

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

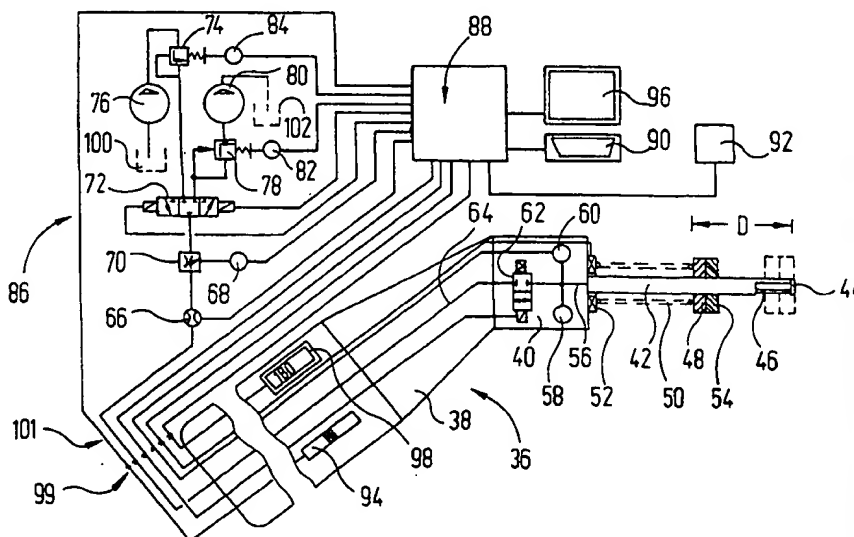
<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>A61C 19/04, 3/03</b>		<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 98/44868</b>
			<b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 15. Oktober 1998 (15.10.98)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP98/02017			<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
<b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 7. April 1998 (07.04.98)			
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> 197 14 167.6 7. April 1997 (07.04.97) DE			
<b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> HAHN, Rainer [DE/DE]; Schwabstrasse 11, D-72074 Tübingen (DE).			
<b>(74) Anwälte:</b> OSTERTAG, Ulrich usw.; Eibenweg 10, D-70597 Stuttgart (DE).			
<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>			

**(54) Title:** DIAGNOSTIC APPARATUS FOR DETERMINING THE REMINERALIZATION ABILITY OF TISSUE

**(54) Bezeichnung:** DIAGNOSEGERÄT ZUR BESTIMMUNG DER REMINERALISIERBARKEIT VON HARTGEWEBE

**(57) Abstract**

The invention relates to a diagnostic apparatus with which diseased hard tissue, in particular carious dental tissue, can be examined through a small working channel, to see whether it can be made healthy again by remineralization. This diagnosis apparatus tightly (54) seals the working channel, produced in the tissue, from its environment, and places the cavity in the tissue under pressure, after which the pressurization is ended and a pressure drop is measured by means of a pressure measuring instrument (60). The speed of the drop in pressure is a measure of the extent of the changes to the diseased tissue. The invention also relates to a treatment device for supporting the remineralization or re-infiltration of diseased hard tissue and for preparing this, as well as to diagnosis and treatment agents and treatment substances.



**(57) Zusammenfassung**

Es wird ein Diagnosegerät vorgeschlagen, mit welchem durch einen kleinen Arbeitskanal hindurch krankes Hartgewebe, insbesondere kariöses Zahngewebe daraufhin untersucht werden kann, ob es durch Remineralisierung wieder in gesunden Zustand überführt werden kann. Ein solches Diagnosegerät schließt den im Gewebe erzeugten Arbeitskanal dicht (54) gegen die Umgebung ab und setzt den Gewebehohlraum unter Druck, wonach die Druckbeaufschlagung beendet wird und über einen Druckmesser (60) der Druckabfall gemessen wird. Die Geschwindigkeit des Druckabfalls ist ein Maß für die Stärke der krankhaften Gewebeveränderungen. Ferner wird ein Behandlungsgerät vorgeschlagen, das zur Unterstützung der Remineralisierung bzw. der Reinfiltration von krankem Hartgewebe und zur Vorbereitung hierzu dient, sowie Diagnose und Behandlungsmedien und Behandlungskörper.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## DIAGNOSEGERÄT ZUR BESTIMMUNG DER REMINERALISIERBARKEIT VON HARTGEWEBE

=====

15

Die Erfindung betrifft allgemein die Remineralisierung von Hartgewebe, insbesondere kariösem Zahngewebe. Hierzu schafft sie zum einen ein Gerät, welches die Fähigkeit solchen Hartgewebes zur Remineralisierung messen  
20 kann. Ferner wird ein Gerät angegeben, mit welchem die Remineralisierung als remineralisierungsfähig erkannten Hartgewebes erfolgen bzw. unterstützt werden kann. Im weiteren wird ein Gerät angegeben, mit welchem als nicht remineralisationsfähig erkanntes Hartgewebe reinfil-  
25 triert bzw. mit diesem Gewebe assoziierte Kavitationen aufgefüllt werden können. Ferner betrifft die Erfindung ein Gerät, mit welchem man in Hartgewebe, welches auf seine Remineralisierungsfähigkeit untersucht werden soll bzw. remineralisiert werden soll, ein Arbeitskanal erzeugt werden kann, der von der Gewebeaußenseite an  
30 das interessierende Gewebevolumen führt. Weiterhin wird ein Gerät angegeben, mit welchem kariöses Zahnhartgewebe durch den Arbeitskanal mikromechanisch entfernt werden kann. Schließlich betrifft die Erfindung verschiedene  
35 Medien, die in Verbindung mit dem Diagnosegerät bzw. dem

Behandlungsgerät verwendet werden.

Soweit Hartgewebe (im Nachfolgenden wird teilweise stellvertretend von Zahngewebe gesprochen) defekte Bereiche  
05 (Läsionen) aufweist, die an der Geweboberfläche liegen, läßt sich eine Diagnose in der Regel visuell und taktil (Kratzen mit Spitze) treffen.

Nicht an der Oberfläche gelegene Gewebeläsuren lassen  
10 sich nur anhaltsweise durch Röntgenaufnahmen ermitteln. Da letztere nur allgemein die Absorption von Röntgenstrahlen wiedergeben, dabei aber offen bleibt, welche Anteile der Absorption auf schon in gesundem Zustand vorhandene unterschiedliche Gewebekonsistenz und Zahn-  
15 geometrie zurückzuführen ist, läßt sich die Schwere und die Ausdehnung derartiger Läsionen nur schwer abschätzen. In der Regel ist es daher notwendig, einen größeren Zugang zu derartigen versteckten Läsionen zu schaffen, über welchen dann die klassische Versorgung  
20 der Läsion erfolgt, nämlich ein Abtragen alles kranken Gewebes und ein Wiederfüllen der so erzeugten Kavität mit plastischem Füllmaterial und/oder einem Restaurationsteil.

25 Bei diesem Vorgehen müssen oft erhebliche Volumina an gesundem Gewebe entfernt werden. Dabei ist eine Teilmenge der so geöffneten Läsionen nicht irreversibel geschädigt, könnte vielmehr durch Remineralisierung geheilt werden.

30 Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher allgemein mit dem Problemkreis, unter weitestgehender Erhaltung gesunden Gewebes in der Nachbarschaft einer Läsion festzustellen, inwieweit die Gewebeläsion durch Remineralisierung therapierbar ist, und gegebenenfalls  
35 eine solche Therapie durchzuführen.



Hierzu schafft die Erfindung einerseits ein Gerät zur Bestimmung der Remineralisierungsfähigkeit von Hartgewebe, insbesondere kariösem Zahngewebe, welches die  
05 im Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Ferner schafft die Erfindung ein Gerät zur Remineralisierung und/oder Reinfiltration von Hartgewebe, insbesondere kariösem Zahngewebe, welches die im Anspruch 34  
10 aufgeführten Merkmale aufweist.

Durch die Erfindung wird ferner ein Gerät angegeben, mit welchem kleinen Durchmesser aufweisende Arbeitskanäle von der Gewebeaußenfläche zu der vermuteten Läsion erzeugt werden können. Ein solches Gerät hat die  
15 im Anspruch 46 angegebenen Merkmale.

Mit einem Gerät nach Anspruch 52 kann man ausgehend von einem Arbeitskanal Gewebebereiche, die durch Remineralisierung nicht mehr geheilt werden können, mechanisch aus-  
20 räumen, um anschließend eine Reinfiltration dieser Bereiche mit einem aus- oder wiederhärtbaren Material durchzuführen, ohne daß ein großer Durchmesser aufweisender Zugang zur Läsion erzeugt werden muß.

25 Das im Anspruch 1 angegebene Diagnosegerät mißt mindestens eine einer Mehrzahl unterschiedlicher physikalischer, chemischer oder biologischer Eigenschaften des Hartgewebes bzw. des im Sinne eines Karies veränderten  
30 Hartgewebes. Dabei werden Unterschiede zu den entsprechenden Eigenschaften des gesunden Gewebes als Maß für die Stärke der Läsion genommen. Unter Gewbeeigenschaften sollen in den Ansprüchen und der vorliegenden Beschreibung sowohl Volumeneigenschaften als auch Oberflä-  
35 cheneigenschaften verstanden werden.

- Diese Unterschiede kann man in vielen Fällen dadurch verstärken, daß man über das Diagnosegerät eine Markiersubstanz zuführt, die von kranken Gewebebereichen anders  
05 (stärker oder schwächer) auf- oder angenommen wird wie von gesunden Gewebebereichen. Diese Markiersubstanzen sind im Hinblick auf die jeweils gemessene Eigenschaft gewählt, wie im Anspruch 59 angegeben.
- 10 Die in erster Linie gemessene Gewebeeigenschaft ist die Durchlässigkeit des Gewebes für Flüssigkeiten, insbesondere wässrige Lösungen. Je besser die Qualität der durch das Gewebe gebildeten Diffusionsbarriere ist, um so weniger Gewebeschäden liegen vor. Die Durchlässig-  
15 keit von Hartgewebe für wässrige Lösungen ist ein direktes Maß für eine Remineralisierbarkeit des Gewebes, denn genau auf demjenigen Wege, der auch zur Messung verwendet wird, erfolgt auch die Remineralisierung.
- 20 Die Remineralisierung ist möglich bei kariösen Volumina, bei denen die Zahnstruktur bzw. Dentinstruktur und Schmelzstruktur des Kariesvolumens noch weitgehend intakt ist, jedoch bezüglich ihres Mineralgehaltes gegenüber vergleichbarem "gesundem" Zahnhartgewebe reduziert ist. Die Minera-  
25 lien für eine Remineralisierung stammen bei natürlicher Remineralisierung aus dem Speichel. Die Remineralisierung führt zurück zu weitgehend als gesund anzusehendem Hartgewebe (restitutio ad integrum).
- 30 Bei stärker geschädigten Hartgeweben ist aufgrund struktureller Einbrüche (meistens lokalisiert) eine Remineralisierung nicht mehr möglich. Zur Behandlung müssen derartige kariöse Volumina (ggf. zusätzlich benachbarte an sich remineralisationsfähige Gewebevolumina) nach voraus-  
35 gehender Konditionierung oder Ätzung mit einem künstlichen

Material gefüllt werden, welches die mechanische Festigkeit wiederherstellt und ein Hindernis für die Weiterentwicklung der Karies ist. Dieses Füllen der strukturellen Einbrüche erfolgt dadurch, daß man einen Kunststoff,  
05 ein Polymer oder Polymerkomposit in die nicht mehr remineralisierbare kranke Zahnstruktur infiltriert. Da dieses künstliche Material in gesunder Zahnstruktur enthaltene Gewebekomponenten ersetzt, spricht man von Reinfiltration.

10 Ist die überwachte Eigenschaft des Hartgewebes beispielsweise dessen Farbe, so kann die Markiersubstanz ein Farbmittel enthalten (vgl. Anspruch 60). Ist die überwachte Eigenschaft die elektrische Leitfähigkeit des Gewebes, kann die Markiersubstanz einen Elektrolyten  
15 enthalten usw. In der Regel wird ein solches Diagnosemedium von kranken Gewebebereichen auf Grund von dessen stärkerer Porosität oder den Stoffwechselleistungen darin enthaltener Bakterien mehr aufgenommen als von gesundem Gewebe.

20 Ein Behandlungsmedium, wie es im Anspruch 61 angegeben ist, dient der Vernichtung von Keimen im kranken Gewebe.

Ein Behandlungsmedium gemäß Anspruch 62 dient dem Öffnen  
25 von Gewebe. Dies ermöglicht zum einen eine bessere Unterscheidung zwischen gesunden und kranken Gewebebereichen und schafft zugleich Mikroverankerungsstellen für anderes Behandlungsmedium oder Füllungsmaterial.

30 Ein Behandlungsmedium gemäß Anspruch 63 enthält einen Primer.

Ein Behandlungsmedium gemäß Anspruch 64 dient der Auflösung demineralisierter organischer Geweberückstände.

Ein Behandlungsmedium gemäß Anspruch 66 erlaubt das Ausfüllen von mechanisch stark geschädigten Gewebestrukturen bzw. von Hohlräumen, die durch Ausräumen kranker Gewebevolumina erhalten wurden, mit einem Füllmaterial.

05

Mit einem Behandlungsmedium gemäß Anspruch 67 wird bei großporigem krankem Gewebe ein teilweises mechanisches Verschließen der Poren erhalten. In der Diagnosephase kann man durch sukzessives Verwenden von Behandlungsmedien mit zunehmend größerer Partikelgröße und hierzu parallele Überwachung des Fluid-Leckstromes durch die kranken Gewebebereiche weitere Rückschlüsse auf das Ausmaß der Gewebeschädigung schließen.

15 Die Verwendung eines Behandlungsmediums gemäß Anspruch 70 ermöglicht es, auch der einem Läsionsgebiet benachbarten oder in sie eingeschlossenen Pulpa eine Behandlung zukommen zu lassen.

20 Das im Anspruch 71 angegebene Behandlungsmedium liefert das für die Remineralisierung besonders wichtige Element Fluor.

Mit einem Behandlungsmedium gemäß Anspruch 72 können  
25 mehrere der oben angesprochenen Teilaufgaben gemeinsam gelöst werden.

Eine Konfektionierung von Medien gemäß Anspruch 73 ist im Hinblick auf eine einfache Applikation des Diagnose- und/oder Behandlungsmediums von Vorteil. Das Steckverbinderteil des das Diagnose- und/oder Behandlungsmedium enthaltenden Behälters wird einfach in das Ende eines im Gewebe erzeugten Arbeitskakanals gesteckt oder auf ein passendes Gegenstück eines Behandlungsgerätes gesteckt.  
35 Durch Verformen des Behälters läßt sich das Medium ge-

steuert abgeben. Das Steckverbinderteil ist zunächst geschlossen und wird durch Abschneiden auf die jeweils gewünschte Länge gebracht, wodurch zugleich der Vorratsbehälter entsiegelt und geöffnet wird.

05

Ein Behandlungskörper gemäß Anspruch 74 erlaubt es, eine Langzeitbehandlung mit einem Behandlungsmedium durchzuführen. Dieses Vorgehen ist insbesondere bei der Fluorid- oder Chlorhexidin-Zufuhr zu erkranktem und ggf.

10 zu remineralisierendem Gewebe von Vorteil.

Mit einem Behandlungskörper gemäß Anspruch 77 kann man den Arbeitskanal über längere Zeit gegen Zuwachsen offen halten, um in größeren zeitlichen Abständen Kontrollen und/oder Behandlungen einer Läsion durchzuführen.

15

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

20 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 2 erlaubt ein paßgenaues Einführen des Sondenabschnittes des Meßkopfes in einen im Hartgewebe erzeugten Arbeitskanal, so daß die einander gegenüberliegenden Oberflächen von Arbeitskanal und Sondenabschnitt eine Spaltdichtung bilden.

25

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 3 erlaubt es, Intensität und Ausdehnung eines kranken Gewebebereiches zu bestimmen.

30 Ein Sondenstellungsgeber, wie er im Anspruch 4 angegeben ist, zeichnet sich durch mechanisch besonders einfachen Aufbau aus.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 5 gestattet es, auf einfache Weise Grundwerte der betrachteten

35

Gewebeeigenschaft zu bestimmen, wie sie bei dem betrachteten Patienten in der Nachbarschaft der Läsion ange-  
funden werden. Unter Bezugnahme auf diese individuellen  
und ortsspezifischen Referenzwerte lassen sich krank-  
05 hafte Abweichungen dann besonders fein ermitteln.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 6 erlaubt  
es, in einem in dem Gewebe erzeugten Arbeitskanal die  
Gewebeeigenschaften nicht nur in axialer Richtung son-  
10 dern auch in radialer Richtung aufgelöst zu messen.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 7 ist  
im Hinblick auf eine für den Zahnarzt ergonomisch gün-  
stige Handhabung des Diagnosegerätes in unterschiedli-  
15 chen beengten Bereichen des Mundes eines Patienten von  
Vorteil.

Auch die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch  
8 dient der Ergonomie des Diagnosegerätes.  
20

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 9 erlaubt  
ein unbehindertes Drehen des Greifteiles um seine Längs-  
achse.

25 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 10 er-  
laubt ein Untersuchen der jeweilig betrachteten Gewebe-  
eigenschaft in weiten Grenzen.

Ein Gerät gemäß Anspruch 11 läßt sich besonders einfach  
30 handhaben.

Dabei wird mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß  
den Ansprüchen 12 und 13 erreicht, daß durch die Diagno-  
sezwecken dienende Messung keine zusätzlichen nennens-  
35 werten Defekte im Gewebe erzeugt werden, was insbeson-

dere bei der Messung der mechanischen Härte des Gewebes von Vorteil ist, wo in kranken Gewebebereichen mit größerem Eindringen einer Prüfspitze in das Gewebe gerechnet werden müßte.

05

Mit einem Diagnosegerät gemäß Anspruch 14 läßt sich die Ausdehnung und die Stärke der Schädigung eines Gewebes besonders schonend durch fluidische Messung seiner Porosität bestimmen. Wie oben schon dargelegt, ist die Fähigkeit von Gewebe, eine Diffusionsbarriere für Fluids zu bilden, ein Maß für die Gesundheit von Gewebe überhaupt. Hier ist zu berücksichtigen, daß an einer kariösen Erkrankung von Zähnen oftmals das Dentin mit seiner Kanälchen-Struktur und hohem Wassergehalt, kariöser Schmelz mit seinem im Vergleich zu gesundem Schmelz höheren relativen Anteilen an Wasser und organischem Gewebe und kariös verändertes Dentin mit seinen im Vergleich zu gesundem Dentin ebenfalls höheren relativen Anteilen an Wasser und organischem Gewebe oftmals gleichermaßen beteiligt sind. Eine Durchlässigkeitsmessung, die an einem speziellen erkrankten Gewebebereich durchgeführt wird, kann zwar nicht im einzelnen auflösen, welche Gewebeart in welchem Umfange geschädigt ist, sie gibt aber insgesamt eine gute Information über die Ausdehnung und Stärke der Schädigung.

25

Verwendet man als Meßfluid ein Gas, wie im Anspruch 15 angegeben, so können auch kleine Gewebedefekte gut bestimmt werden, und in der Regel sind kleine Druckabweichungen vom Normaldruck zur Diagnose ausreichend.

30

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 16 gestattet dabei eine Differenzierung stärker geschädigter Gewebebereiche, da mehr Fluid für einen Meßvorgang zur Verfügung steht.

35

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 17 ist im Hinblick auf das quantitative Ausmessen stärkerer Gewebedefekte von Vorteil.

- 05 Mit einem Diagnosegerät gemäß Anspruch 18 lassen sich die Leckströme durch defekte Gewebebereiche sehr einfach visuell erkennen und messen.

- Ein Diagnosegerät gemäß Anspruch 19 baut besonders kompakt und ist mechanisch besonders einfach, da die Feder des Stellungsgebers zugleich als Vorspannfeder für das Dichtelement dienen kann.
- 10

- Ein Diagnosegerät gemäß Anspruch 20 kann die Gewebeeigenschaften mit axialer und radialer Auflösung in den einen Arbeitskanal umgebenden Gewebebereichen ermitteln.
- 15

- Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 21 ist im Hinblick auf eine besonders gute Abdichtung des Arbeitskanales gegen die Umgebung von Vorteil, da zwischen der Außenfläche des Sondenabschnittes und der Innenfläche des schlauchförmigen Dichtungselementes, insbesondere aber auch zwischen dem aufgekelchten Ende des Dichtelementes und dem Dichtbund des Sondenabschnittes, eine ausgedehnte gute Dichtfläche besteht.
- 20
- 25

- Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 22 mißt den Fluidaustausch zwischen Gewebe und Meßsonde. Auf diese Weise kann der Zustand von Geweben ermittelt werden, die weiter im Inneren eines Gewebes liegen, ebenso bei Läsionen, die noch nicht zu Fluid-Leckagen zur Oberfläche des Gewebes geführt haben.
- 30

- Ein Diagnosegerät gemäß Anspruch 24 arbeitet mechanisch; die mit ihm erhaltenen Ergebnisse sind direkt mit denje-
- 35



nigen vergleichbar, die mit den bekannten an der Zahnoberfläche ansetzenden Sonden erhalten werden.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 25 gestattet es, die Meßsonde bei eingezogener Meßspitze unbehindert in einem im Gewebe erzeugten Arbeitskanal zu bewegen, wobei an ausgewählten Punkten dieses Arbeitskanales die Gewebeschaffenheit durch Ausfahren der Meßspitze gemessen werden kann.

10

Dabei zeichnet sich die im Anspruch 26 angegebene Meßspitzenmechanik durch mechanisch besonders einfachen und zuverlässigen Aufbau aus.

15 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 27 gestattet es dabei, die von der Meßspitze auf das Gewebe ausgeübte Kraft einzustellen. Ein solches Diagnosegerät eignet sich für die schon weiter oben unter Bezugnahme auf Anspruch 13 angegebene Meßart, bei welcher die zum  
20 Hervorrufen einer vorgegebenen Eindringtiefe der Meßspitze benötigte Kraft ermittelt wird.

Bei einem Diagnosegerät gemäß Anspruch 28 wird die Gewebeuntersuchung mit Licht vorgenommen, wobei das vom  
25 Bildwandler erzeugte Bild der Gewebeoberfläche auf Grund der Oberflächenstruktur und gegebenenfalls der Oberflächenfärbung oder unterschiedlicher Eigenfluoreszenzeffekte die Differenzierung zwischen gesundem und krankem Gewebe erlaubt.

30

Bei einem Diagnosegerät gemäß Anspruch 29 erfolgt die Unterscheidung zwischen krankem und gesundem Gewebe auf Grund der Farbe oder der Fluoreszenz, wobei zur Kontrastverstärkung ein Diagnosemedium verwendet werden  
35 kann, das von krankem und gesundem Gewebe unterschiedlich

stark aufgenommen wird und ein Farbmittel enthält (vgl. Anspruch 59).

Bei einem Diagnosegerät gemäß Anspruch 30 wird davon  
05 Gebrauch gemacht, daß krankes Gewebe auf Grund seiner  
mehr porösen Struktur mechanische Schwingungen anders  
aufnimmt und/oder dämpft als gesundes Gewebe. Dies schlägt  
sich in einer unterschiedlichen mechanischen Last für  
einen mit dem Gewebe zusammenarbeitenden Schwinger nie-  
10 der, die am den Schwinger speisenden Generator detek-  
tiert werden kann. Bei dem Schwinger kann es sich um  
einen mechanischen Schwinger handeln, der direkt mit  
der Gewebeoberfläche zusammenwirkt, oder einen akustischen  
oder Ultraschallschwinger, der auch unter kleinem  
15 Abstand von der Gewebeoberfläche schwingen kann.

Gemäß Anspruch 31 kann man die unterschiedliche Antwort  
von gesundem und krankem Gewebe auf mechanische Schwin-  
gungen dadurch ermitteln, daß man einen Schwinger und  
20 einen Empfänger derart zeitversetzt betreibt, daß der  
Empfänger die vom Gewebe reflektierten Schwingungen  
registriert.

Auch gemäß Anspruch 32 kann man über die lokale elektrische  
25 Leitfähigkeit und/oder Impedanzänderung (beim Arbeiten  
mit Wechselstrom) und/oder eine Frequenzverschiebung das  
Ausmaß einer Gewebeschädigung gewebeschonend bestimmen.

Erzeugt man in einem Gewebe einen Arbeitskanal, der sich  
30 durch gesunde und kranke Gewebebereiche erstreckt, so  
bleiben an der Gewebeoberfläche kleine Gewebebruchstücke,  
die vom Bohrwerkzeug in die Gewebeoberfläche gedrückt  
wurden. Diese können mit einem Diagnosegerät gemäß Anspruch  
33 auf ein Teströhrchen übertragen werden, wobei zugleich  
35 etwas Flüssigkeit aus den Poren des Gewebes mit angesaugt

werden kann. Nach Entfernen des Teströhrchens können die verschiedenen Oberflächenabschnitte desselben auf solche Gewebepartikel und abgesaugte Gewebeflüssigkeit hin untersucht werden. Auch auf diese Weise erhält man eine  
05 axial und in Umfangsrichtung aufgelöste Abbildung kranker Gewebebereiche.

Ein Behandlungsgerät gemäß Anspruch 34 ermöglicht es, dem kranken Gewebe zwangsweise Behandlungsmedium zuzuführen. Auf diese Weise wird ein intensiver Medienaus-  
10 tausch zwischen Gewebe und Behandlungsgerät erhalten, wodurch die Poren oder Hohlräume des Gewebes intensiv mit dem Behandlungsmedium gefüllt werden, oder es wird der im Gewebe enthaltene Wasseranteil mit Wirkstoffen perfundiert.  
15 Man kann mit diesem Gerät auch nacheinander unterschiedliche Behandlungsmedien dem Gewebe zuführen.

Ein Behandlungsgerät gemäß Anspruch 35 erlaubt es, Flüssigkeit aus dem kranken Gewebe abzusaugen, wodurch dieses  
20 anschließend besser ein Diagnose- oder Behandlungsmedium aufnehmen kann.

Ein Behandlungsgerät gemäß Anspruch 36 eignet sich besonders gut im Zusammenhang mit kranken Gewebebereichen,  
25 die über einen gebohrten Arbeitskanal zugänglich gemacht wurden.

Bei einem Behandlungsgerät gemäß Anspruch 37 ist es möglich, die Gewebebehandlung in axialer Richtung und  
30 in Umfangsrichtung des Arbeitskanales unterschiedlich intensiv durchzuführen, die Behandlungsmedien also nur gezielt den kranken Gewebebereichen zuzuführen.

Eine derartige gezielt axiale unterschiedliche Behandlung  
35 lung von Gewebe ist durch ein Behandlungsgerät durch

Anspruch 38 erleichtert. Bei ihm kann man die axiale Iststellung des Abgabeabschnittes des Arbeitskopfes zuverlässig und genau feststellen. Der hierzu vorgesehene Axialstellungsgeber hat mechanisch einfachen Aufbau.

05

Bei einem Behandlungsgerät gemäß Anspruch 39 dient die Feder des Axialstellungsgebers zugleich als Vorspannfeder für ein Dichtmittel, über welches der Abgabeabschnitt des Arbeitskopfes gegen die Gewebeoberfläche

10 abgedichtet wird.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 40 dient einer ergonomisch günstigen Arbeitsweise des Zahnarztes und erlaubt es, auch schwierig zugängliche Zahnpartien

15 zu behandeln.

Auch die Weiterbildungen der Erfindung gemäß den Ansprüchen 41 bis 43 dienen der einfachen und bequemen Handhabung des Behandlungsgerätes.

20

Manche der bei der Remineralisierung von krankem Hartgewebe verwendeten Behandlungsmedien sind verhältnismäßig teuer. Oft wird auch gewünscht, mehrere derartige Behandlungsmedien nacheinander anzuwenden. Im Hinblick

25  
hierauf ist es vorteilhaft, wenn die Quelle für das Behandlungsmedium möglichst nahe beim Abgabeabschnitt des Arbeitskopfes liegt. Eine entsprechende Weiterbildung der Erfindung ist im Anspruch 44 angegeben.30  
Sind zu remineralisierende Gewebebereiche nahe bei der Zahnoberfläche gelegen, sodaß zur Zahnaußenseite keine fluiddichte Sperrschicht mehr gegeben ist, kann es bei dünnflüssigen Behandlungsmedien vorkommen, daß diese zur Zahnaußenseite hin durchtreten. Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 45 werden derartige  
35

austretende Anteile von Behandlungsmedien kontrolliert abgeführt, ohne daß sie in den Mund des Patienten oder auf benachbarte Zahnoberflächen gelangen. Auf diese Weise kann das Behandlungsgerät einen intensiven Austausch  
05 zwischen zunächst im Defektvolumen enthaltener Flüssigkeit und über das Behandlungsgerät zugeführter Flüssigkeit durchführen.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 47 vereinfacht es, einen von der Zahnaußenfläche zum erkrankten Gewebebereich zu legenden Arbeitskanal genau so weit ins Innere des Gewebes zu führen, wie dies nach der zuvor grob ermittelten Lage des kranken Gewebebereiches notwendig ist.

15 Durchmesser des Bohrwerkzeuges, wie sie im Anspruch 48 angegeben sind, stellen einerseits noch einen ausreichenden Zugang zum kranken Gewebebereich dar, entfernen aber nur eine geringe Menge gesunden Gewebes.

20 Wählt man zum Erzeugen des Arbeitskanales ein hohles Bohrwerkzeug, wie im Anspruch 49 angegeben, so kann man mit einem dünnen Draht den im Inneren des Bohrwerkzeuges enthaltenen Bohrkern aus dem Bohrwerkzeug heraus-  
25 stoßen und auf seine Eigenschaft mit axialer Auflösung untersuchen. Auch auf diese Weise kann der kranke Gewebebereich genauer lokalisiert werden.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 50 erlaubt  
30 ein schonendes und effektives Erzeugen eines kleinen Durchmesser aufweisenden Arbeitskanales ohne starke Beschädigung des benachbarten Gewebes.

Dabei ist die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch  
35 51 im Hinblick auf eine Verbesserung der Abtragsleistung

von Vorteil. Setzt man der abrasiven Flüssigkeit nur kleinen Durchmesser aufweisende abrasive Partikel zu, so können solche der abrasiven Partikel, welche durch Ultraschall bleibend in die angeschnittenen Gewebebereiche hineinge-  
05 drückt werden, zugleich als Verschluß und Haftgrund dienen.

Mit einem Schneidwerkzeug, wie es im Anspruch 53 angegeben ist, können auch radial weiter vom Arbeitskanal zurückspringende Ausräumungen vorgenommen werden.

10

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 54 ist im Hinblick auf ein glattflächiges Äußeres des Schneidwerkzeuges in der zum Einschieben dienende Ruhekonfiguration von Vorteil.

15

Bei einem Gerät gemäß Anspruch 54 stellt das verstellbare Schneidwerkzeug in der Ruhekonfiguration eine teilweise Fortsetzung des Werkzeugschaftes dar.

20 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 55 ist im Hinblick auf eine erhöhte Schneidleistung von Vorteil.

Ein Gerät gemäß Anspruch 56 hat ein Schneidwerkzeug, welches sich durch mechanisch besonders einfachen Aufbau  
25 auszeichnet. Die Schneidkante kann bei einem solchen Werkzeug auch besonders präzise in radialer Richtung verstellt werden.

Bei einem Gerät gemäß Anspruch 57 liegt die radial verstellbare Schneidkante bzw. liegen die radial verstellbaren Schneidkanten unter elastischem Druck an dem zu zerspanenden Gewebe an. Dadurch werden bevorzugt kranke Gewebebereiche entfernt, während gesunde Gewebebereiche weniger stark abgetragen werden.

35

Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 58 erhält man eine sehr große Anzahl von Schneidkanten, die in radialer Richtung verstellbar sind.

- 05 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 60 ermöglicht ein verbessertes optisches Erkennen kranker Gewebebereiche.

- Die Ansprüche 61-63 betreffen bevorzugte Behandlungsmedien  
10 für kariöses Zahnhartgewebe.

Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 64 erlaubt es, organische Gewebereste zu entfernen, die bei späterer Remineralisierung oder Reinfiltration hinderlich wären.

15

- Die im Anspruch 65 angegebenen Konzentrationsangaben für die organische Gewebereste auflösende Substanz haben sich im Hinblick darauf in der Praxis besonders bewährt, einerseits organische Reste zuverlässig aus dem Hartgewebe  
20 herauszulösen, andererseits letzteres nicht unzulässig stark anzugreifen.

- Die im Anspruch 68 angegebenen partikelförmigen Komponenten des Behandlungsmediums können zum einen dazu  
25 dienen, nicht mehr remineralisierbares Material abzutragen. In diesem Falle stellt das Behandlungsmedium eine Aufschlammung solcher Partikel dar und mit einem durch hochfrequenten Schall, insbesondere Ultraschall angetriebenen Werkzeug wird das stark geschädigte Ge-  
30 webevolumen abgetragen, wobei die durch den Ultraschall erzeugten Kavitationseffekte durch die abrasiven Eigenschaften der Partikel unterstützt werden. Die im Anspruch 68 angegebenen Partikel können aber auch in Defektvolumina voreingebracht werden oder dem zu reinfiltrierenden Material beigegeben werden, so daß sie im re-  
35

infiltrierten Defektvolumina Füllpartikel darstellen.  
Derartige Partikel können aber zusätzlich auch diagnos-  
tischen Zwecken dienen, z.B. zur röntgenologischen Mar-  
kierung eines Defektvolumens.

05

Dabei haben sich die im Anspruch 69 angegebenen Partikel-  
größen in der Praxis besonders gut bewährt.

Werden die Partikel zur Unterstützung des Abtragens  
10 von Gewebe verwendet, so ist die Partikelgröße  $< 100 \mu\text{m}$ ,  
bevorzugt  $< 50 \mu\text{m}$ , wiederum bevorzugt  $< 20 \mu\text{m}$  und be-  
sonders bevorzugt  $< 10 \mu\text{m}$ . Sollen die Partikel Füllpar-  
tikel darstellen, so ist die bevorzugte Partikelgröße  
15  $< 50 \mu\text{m}$ , wiederum bevorzugt  $< 20 \mu\text{m}$ , nochmals bevorzugt  
 $< 5 \mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt  $< 2 \mu\text{m}$ .

Mit einem Behandlungsmedium gemäß Anspruch 70 ist es  
möglich, die Pulpa zu therapieren.

20 Ein Behandlungsmedium gemäß Anspruch 71 ist im Hinblick  
auf eine Zufuhr von die Remineralisierung unterstützenden  
Substanzen wie Fluor zu defekten Gewebевolumina vorteilhaft.

Mit der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 72  
25 wird erreicht, daß mehrere chemische Behandlungsarten  
des erkrankten Gewebes in einen Behandlungsschritt ge-  
packt werden können. Hierdurch wird die Behandlungszeit  
verkürzt.

30 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 73 erlaubt  
die Konfektionierung von Diagnose- oder Behandlungsmedien  
in der Fabrik in jeweils einer Einzelanwendung angemessenen  
Mengen. Die Abgabe des Diagnose- oder Behandlungsmediums  
läßt sich vom Arzt manuell oder mittels eines motorisch  
35 gesteuerten Behandlungsgerätes auf einfache Weise steuern.



Entsprechende verformbare Behälter für das Behandlungsmedium lassen sich als Kunststoff-Spritzteile sehr kostengünstig herstellen. Durch Abschneiden des Verbindungssteiles kann man das Öffnen des Behälters und ein Einstellen der  
05 Länge des Steckverbinderteiles gleichzeitig vornehmen.

Dabei kann gemäß der Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 75 der das Behandlungsmedium tragende Grundkörper langfristig oder bleibend im Arbeitskanal bleiben.  
10 Ein der Zahnoberfläche benachbarter Endabschnitt des Grundkörpers, dessen Länge in etwa der Dicke der Zahnschmelzkappe entspricht, kann fest mit dem gegenüberliegenden Abschnitt der Wandfläche des Arbeitskanales verbunden werden, z.B. durch Zement, Kunststoff, ein  
15 Kompomer oder ein ähnliches Material. Hierdurch wird der Arbeitskanal außen unter Einbeziehung des Grundkörpers im Sinne eines provisorischen oder definitiven Verschlusses verschlossen.

20 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 76 gestattet es dabei, die Freigabe des Behandlungsmediums in einer Art und Weise zu steuern, wie dies an sich von Retard-Arzneimitteln bekannt ist, wobei dann, wenn das Behandlungsmedium fluorid- oder chlorhexidinhaltig  
25 ist, das Harzmaterial vorzugsweise so gewählt ist, daß die Fluorid- oder Chlorhexidin-Freigabe über Monate verteilt erfolgt.

Bei einem Behandlungskörper gemäß Anspruch 77 besteht  
30 nach Abnehmen seines Verschlusses die Möglichkeit, für weitere Messungen oder zum Einbringen neuer Wirkstoffe nochmals Zugang zu dem erkrankten Gewebebereich zu bekommen.

35 Bei einem Behandlungskörper gemäß Anspruch 78 sind die

gesunden Gewebeteile gegen Behandlungsflüssigkeiten abgedeckt, welche den kranken Gewebeteilen durch den Behandlungskörper hindurch zugeführt werden.

- 05 Bei einem Behandlungskörper gemäß Anspruch 79 erhält man eine gute Abdichtung zum außenliegenden Ende eines Arbeitskanales, in welchen der Behandlungskörper eingesetzt ist.
- 10 Ein Behandlungskörper, wie er im Anspruch 80 angegeben ist, braucht nach Abschluß der Behandlung des kranken Gewebebereiches nicht in einem besonderen Arbeitsgang entfernt zu werden. Er kann dauerhaft als Füllkörper im Zahn verbleiben.
- 15 Überdruckwerte für das Diagnosegerät, wie sie im Anspruch 81 angegeben sind, erlauben einen besonders aussagekräftigen Rückschluß auf Art und Ausmaß einer Hartgewebeläsion.
- 20 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 82 ist im Hinblick auf eine vorübergehende Erniedrigung der Viskosität des Diagnose- oder Behandlungsmediums und damit im Hinblick auf ein gutes Zuführen dieser Medien zur Diagnose- oder Behandlungsstelle von Vorteil.
- 25 Bei einem Gerät gemäß Anspruch 83 erfolgt diese Viskositäts-herabsetzung direkt bei dem nur dünnen Zuführteil.
- 30 Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 84 ermöglicht es, auch das Abziehen verbrauchten Mediums durch das Zuführteil unter vorübergehender Herabsetzung seiner Viskosität zu besorgen.
- 35 Ein Gerät gemäß Anspruch 85 gestattet ferner das Bohren eines Arbeitskanales mit einem mit Schall- oder Ultra-

schallfrequenz oszillierenden Bohrwerkzeug.

Dabei läßt sich gemäß Anspruch 86 die Bohrleistung erhöhen.

- 05 Mit einem Diagnosemedium gemäß Anspruch 87 kann man  
die Porösität stark geschädigter Gewebebereiche durch  
sukzessives Zusetzen der großen Poren messen.

- Die Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 88 erlaubt  
10 ein kontinuierliches Einstellen der Viskosität des Diagnose  
mediums und damit an Meßbereiche unterschiedlicher Schädigungs-  
klassen.

- Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungs-  
15 beispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeich-  
nung näher erläutert. In dieser zeigen:

- Figur 1: eine perspektivische Ansicht eines Backen-  
zahnes mit einem kranken Gewebebereich, der  
20 dem Nachbarzahn benachbart ist;

- Figur 2: einen vertikalen Schnitt durch den in Figur  
1 gezeigten Backenzahn längs der dortigen  
Schnittlinie II-II;

- 25 Figur 3: einen horizontalen Teilschnitt durch den  
in Figur 1 gezeigten Backenzahn längs der  
dortigen Schnittlinie III-III;

- 30 Figur 4: eine schematische Darstellung eines Diagnose-  
und Behandlungsgerätes für im Inneren eines  
Zahnes liegendes kariöses Gewebe sowie einer  
zugehörigen Fluid-Versorgungseinheit und  
einer zugehörigen elektronischen Auswerte-  
35 und Steuereinheit;

- Figur 5: eine ähnliche Darstellung wie Figur 4, in welcher ein abgewandeltes Diagnosegerät gezeigt ist;
- 05
- Figur 6: einen axialen Schnitt durch das Ende eines Sondenabschnittes des Diagnosegerätes nach Figur 5;
- 10 Figuren 7-10: ähnliche Ansichten wie Figur 6, in denen abgewandelte Diagnosegeräte gezeigt sind;
- Figur 11: eine schematische Darstellung eines nochmals abgewandelten optischen Diagnosegerätes, welches in Verbindung mit einem durch den Zahn hindurchgehenden Arbeitskanal verwendbar ist, der den kranken Gewebebereich schneidet;
- 15
- 20 Figur 12: eine zu Figur 4 ähnliche Darstellung, in welcher jedoch ein reines Behandlungsgerät wiedergegeben ist;
- Figur 13: eine schematische Darstellung eines mechanisch besonders einfach aufgebauten Behandlungsgerätes;
- 25
- Figur 14: eine schematische Darstellung einer Absaug-einrichtung für überschüssiges Diagnose- oder Behandlungsmedium;
- 30
- Figur 15: eine schematische Darstellung eines Behandlungsgerätes für an der Zahnoberfläche liegende kranke Gewebebereiche;
- 35

- 05      Figur 16:    eine perspektivische Darstellung eines Bohrgerätes, mit welchem ein von der Zahnoberfläche zu einem innenliegenden kranken Gewebereich führender Arbeitskanal erzeugt werden kann;
- 10      Figur 17:    eine seitliche, teilweise axial geschnittene Ansicht eines in einen in einem Zahn erzeugten Arbeitskanal einsetzbaren Füllkörpers, welcher ein Behandlungsmedium zur Langzeitabgabe enthält;
- 15      Figur 18:    einen Längsschnitt durch einen Behandlungskörper, der einen in einem Zahn erzeugten Arbeitskanal über längere Zeit offen halten kann, sowie benachbarte Gewebebereiche, wobei der Behandlungskörper auch nachher Bestandteil eines definitiven Verschlusses oder einer definitiven Füllung des Arbeitskanales sein kann, nachdem  
20      entweder Remineralisation geglückt ist oder nach einer Reinfiltration;
- 25      Figur 19:    eine seitliche Ansicht des Arbeitsendes eines Exkavationswerkzeuges zum radialen Erweitern eines Arbeitskanales, der durch einen Bohrer erzeugt wurde;
- 30      Figur 20:    eine seitliche Ansicht des Arbeitsendes eines abgewandelten Exkavationswerkzeuges;
- Figur 21:    eine seitliche Ansicht des Arbeitsendes eines nochmals abgewandelten Exkavationswerkzeuges;
- 35      Figur 22:    eine seitliche, teilweise geschnittene Ansicht einer abgewandelten Dichtstelle zwischen einem

Arbeitsabschnitt eines Diagnose- oder Behandlungsgerätes und einem in einem Zahn erzeugten Arbeitskanal;

05    Figur 23:    eine schematische seitliche Ansicht eines Ultraschall-Bohrgerätes zum Erzeugen eines Arbeitskanales in einem Zahn;

10            Figur 24:    einen axialen Teilschnitt durch ein nochmals abgewandeltes Exkavationswerkzeug;

              Figur 25:    eine Stirnansicht des Exkavationswerkzeuges nach Figur 24;

15    Figuren

26-29:            Diagramme, in welchen veranschaulicht ist, wie sich der Druck in zu unterschiedlich stark beschädigten Zahnbereichen führenden Arbeitskanälen bei Verwendung eines Diagnosegerätes gemäß Figur 4 in Abhängigkeit von der Zeit ändert;

20            Figur 30:    eine zu Figur 4 ähnliche Darstellung eines kombinierten Bohr-, Diagnose- und Behandlungsgerätes; und

25            Figur 31:    eine einem Flußdiagramm vergleichbare Darstellung der Vorgehensweise bei der Behandlung von Approximalkaries unter Verwendung eines Diagnosegerätes und ggf. Behandlungsgerätes sowie von Diagnose- und Behandlungsmedien, wie sie hier offenbart werden.

30            In Figur 1 ist mit 10 insgesamt ein Backenzahn bezeichnet.

Dieser hat eine obenliegende Kaufläche 12 (okklusale Fläche), eine wangenseitige, äußere oder bukkale Begrenzungsfläche 14, eine innenliegende oder orale Begrenzungsfläche 16, eine zum vorderen Kieferende weisende vordere  
05 oder approximal-mesiale Begrenzungsfläche 18 und eine hintere oder approximal-distale Begrenzungsfläche 20.

Ein benachbarter Backenzahn ist bei 22 gezeigt.

10 In dem den Backenzahn 22 benachbarten Bereich hat der Backenzahn 10 einen kranken Gewebebereich (Läsion) 24. Für die Zwecke der Beschreibung ist der Einfachheit halber angenommen, daß die Läsion im wesentlichen die Form eines Rotationsellipsoides hat, wobei sich versteht, daß in  
15 der Praxis Läsionen zum einen in der Regel unsymmetrische Gebilde sind und darüber hinaus keine scharfen Begrenzungsflächen haben, der Übergang zwischen krankem und gesundem Gewebe fließend ist. Ferner sei angenommen, daß die Läsion 24 nicht nur die in Figur 1 mit 28 bezeichnete Zahnschmelz-Kappe betrifft, sondern sich auch in das  
20 Dentinvolumen 26 des Backenzahnes 10 hinein erstreckt. Die Außenfläche der Zahnschmelzkappe 28 zeigt jedoch noch keine wesentlichen strukturellen Einbrüche.

25 Die in Figur 1 dargestellte Lage und Abmessung der Läsion 24 ist grob aus einer vom Backenzahn 10 gemachten Röntgenaufnahme abgeleitet. Auf Grund des Röntgenbildes kann nicht entschieden werden, ob es sich bei der Läsion 24 um einen so stark geschädigten Gewebebereich handelt, daß strukturelle Einbrüche, Porositäten oder gar eine  
30 Kavität vorliegt, welche reinfiltrierte oder gar nach Kariesentfernung konventionell mit einer Füllung versorgt werden müssen. Es könnte sich bei der Läsion 24 auch nur um einen anfänglich geschädigten Gewebebereich handeln,  
35 der durch Remineralisierung wieder in gesunden Zustand

zurückgebracht werden kann.

Um Information über den Krankheitszustand des Gewebebe-  
reichs 24 zu bekommen, wird von der bukkalen Begrenzungs-  
05 fläche 14 her unter Verwendung eines hohlen Kernbohrers  
30 (vgl. Figur 2) durch die Zahnschmelzkappe 28 und  
das Dentinvolumen 26 ein Arbeitskanal 32 so weit einge-  
bohrt, daß sein Ende gemäß der aus den Röntgenbildern  
entnommenen Rohinformation jenseits des kranken Gewebe-  
10 bereiches 24 wieder in gesundem Dentin liegt, wie in  
Figur 2 dargestellt.

Für eine genauere Auflösung der Größe und Stärke der  
Läsion kann wie folgt vorgegangen werden:

15 Es wird schrittweise auf das Zentrum der Läsion zugebohrt  
und sukzessive werden an mehreren Stellen vom gesunden  
Gewebe kommend ins kranke hineinerstreckend Messungen  
durchgeführt, vorzugsweise durch Bestimmung von Leckströmen,  
20 welche von der Bohrung über krankes Gewebe zur Zahnober-  
fläche verlaufen ("natürlicher Karieszugang").

Der Bohrkern bzw. dessen Analyse gibt die Sicherheit, daß  
man nicht vollständig an der betroffenen Läsion vorbeige-  
25 bohrt hat. Die Analyse des Bohrkernes ist ein optionaler  
und nicht unverzichtbarer Schritt. Ergibt sich aufgrund  
der Leckstrommessung, daß die Gewebestruktur noch nicht  
stärker beeinträchtigt ist, so kann die Läsion durch  
Remineralisierung geheilt werden.

30 Ist der Zugang (natürlicher Karieszugang) strukturell  
so weit geschädigt, daß eine Remineralisation nicht  
mehr möglich ist, wird plötzlich bei einem Schritt des stu-  
fenweisen Bohrens des Arbeitskanals und jeweils anschlie-  
35 ßenden Messung eine Leckage feststellbar sein.



Der durch Remineralisieren nicht mehr heilbare Defekt kann dann zur Entfernung stark geschädigter Gewebeteile spanend bearbeitet werden. Dies kann unter Verwendung von  
05 Ultraschall-Bearbeitungswerkzeugen oder mechanischen Werkzeugen ggf. unter Unterstützung durch in Flüssigkeit suspendierte abrasive Partikel erfolgen. Nach Defektkonditionierung kann dann eine Reinfiltration von flüssigem und später aushärtendem Material erfolgen.

10

Beim Herausziehen des Kernbohrers 30 aus dem Backenzahn 10 wird ein von diesem umschlossene Bohrkern 34 mit herausgezogen. Durch ein geeignetes Werkzeug, z.B. einen dünnen Draht, kann man den Bohrkern 34 aus dem hohlen  
15 Kernbohrer 30 axial herausstoßen, und durch Betrachten (gegebenenfalls unter Anfärben, z.B. mit Fuchsin) können die kranken Gewebebereiche von den gesunden Gewebebereichen rasch unterschieden werden. Gegebenenfalls können chemische und/oder biologische Analysen der verschiedenen  
20 Abschnitte des Bohrkernes 34 zusätzlich durchgeführt werden.

Figur 3 zeigt den durch den Kernbohrer 30 erzeugten nahe bei der approximalen Begrenzungsfläche des Backenzahnes 10 verlaufenden Arbeitskanal 32.  
25

Der Arbeitskanal 32 kann zunächst dazu dienen, ein Diagnosegerät ins Innere des Zahnes einzuführen, mit welchem nicht nur gesunde und kranke Gewebebereiche unterschieden werden können, sondern auch erkannt werden  
30 kann, ob kranke Gewebebereiche durch Remineralisierung geheilt werden können. Derartige Diagnosegeräte werden zunächst nun unter Bezugnahme auf die Figuren 4-11 beschrieben, wobei das Gerät nach Figur 4 zugleich auch  
35 ein Behandlungsgerät ist.

Der Arbeitskanal 32 kann ferner zum Einführen oder An-  
setzen von Behandlungsgeräten dienen, wie sie weiter  
unten unter Bezugnahme auf die Figuren 12-15 erläutert  
05 werden, wozu noch das kombinierte Diagnose- und Behand-  
lungsgerät nach Figur 4 kommt.

Wo in den Ansprüchen und in der vorliegenden Beschreibung  
von einem Behandlungsgerät gesprochen ist, soll hierunter  
10 gleichermaßen ein Gerät verstanden werden, welches zur  
mechanischen Bearbeitung, hydrodynamischen Bearbeitung,  
Ultraschallbearbeitung, Laserbearbeitung oder sonstigen  
Bearbeitung von Hartgewebe dient, welches ein die Remine-  
ralisierung unterstützendes Behandlungsmedium abgibt oder  
15 welches ein dem Reinfiltrieren dienendes Medium abgibt.

Ferner können in den Arbeitskanal 32 auch Behandlungs-  
körper eingesetzt werden, die eine Langzeitabgabe von  
Behandlungsmedien bewerkstelligen, wie später unter  
20 Bezugnahme auf Figur 18 noch erläutert wird.

In Figur 4 ist ein Diagnose- und Behandlungshandstück  
für kariöses Zahngewebe insgesamt mit 36 bezeichnet.

25 Das Handstück 36 hat ein Griffteil 38, das ähnliche  
axiale und radiale Abmessung aufweist wie ein Bohrer-  
handstück. Am Griffteil 38 ist ein insgesamt mit 40  
bezeichneter Arbeitskopf angebracht. Dieser trägt ei-  
nen hohlen zylindrischen Arbeitsabschnitt 42. Letzterer  
30 hat an seinem Ende eine Anschlagplatte 44, die über drei  
gleich in Umfangsrichtung verteilte dünne Distanzstäbe  
46 mit dem offenen Ende des zylindrischen Arbeitsabschnit-  
tes 42 verbunden ist. Auf diese Weise ist gewährleistet,  
daß der Arbeitsabschnitt 42 nicht so weit in den Arbeits-  
35 kanal 32 eingeführt werden kann, daß sein offenes Ende

durch den Boden des Arbeitskanales 32 verschlossen wird. Die Anschlagplatte 44 bildet im Arbeitskanal 32 ferner eine bis zu dessen Wandfläche reichende Fluidsperre.

- 05 Auf der Außenfläche des Arbeitsabschnittes 42 ist eine Sitzscheibe 48 verschiebbar geführt, an welcher das  
eine Ende einer Schraubenfeder 50 angreift. Deren zwei-  
tes Ende ist über einen nur schematisch angedeuteten  
Kraftmesser 52 an der Stirnwand des Arbeitskopfes 40  
10 abgestützt.

Die Sitzscheibe 48 trägt ihrerseits eine Dichtscheibe 54 aus Gummimaterial.

- 15 Das Innere des Arbeitsabschnittes 42 steht mit einer Arbeitsleitung 56 des Arbeitskopfes 40 in Verbindung, an welche ein kleiner Druckspeicherraum 58 sowie ein Druckmesser 60 angeschlossen sind.
- 20 Die Arbeitsleitung 56 ist über ein federnd in die Schließstellung vorgespanntes 2/2 Magnetventil 62 mit einer Leitung 64 verbunden, die über einen Strommesser 66 und eine durch einen Stellmotor 68 verstellbare Drossel 70 mit dem Ausgang eines 3/3 Magnetventiles 72 verbunden ist. Dessen beide Eingänge sind über einen Druck-  
25 regler 74 mit dem Ausgang eines Verdichters 76 bzw. über einen Druckregler 78 mit dem Eingang eines Sauggebläses 80 verbunden. Die Regeldrucke der Druckregler 74 und 78 sind über Stellmotoren 82, 84 elektrisch ein-  
30 stellbar.

- Die soeben beschriebenen Komponenten 62-84 bilden eine Ver- und Entsorgungseinheit 86, die beim hier zunächst betrachteten Ausführungsbeispiel Luft mit geregelterm Druck  
35 bzw. Unterdruck dem Handstück 36 zuführt.

- Eine Steuer- und Auswerteeinheit 88 ist mit den elektrischen Ausgangssignalen des Kraftmessers 52, des Druckmessers 60 und des Strommessers 66 verbunden. Weitere
- 05 Eingangssignale erhält die Steuer- und Auswerteeinheit von einem Tastenfeld 60, um verschiedene Diagnose- und Prüfprogramme auszuführen, die auf einem Massenspeicher 92 abgelegt sind, der z.B. eine Festplatte sein kann.
- 10 Zur Steuerung der Intensität der Fluidzufuhr zum Handstück 36 ist auf diesem ein Schieberegler 94 vorgesehen, der mit einem weiteren Eingang der Steuer- und Auswerteeinheit 88 verbunden ist.
- 15 Ausgangsseitige Schnittstellen der Steuer- und Auswerteeinheit 88 sind mit den Magnetventilen 62 und 72 sowie mit den Stellmotoren 68, 82 und 84 verbunden.
- Zur Anzeige der momentanen Arbeitsbedingungen und von
- 20 Meßergebnissen ist die Steuer- und Auswerteeinheit 88 mit einem Bildschirm 96 verbunden. Der den behandelnden Arzt momentan am meisten interessierende Arbeitsparameter kann zusätzlich auf einer kleinen LCD-Anzeige 98 ausgegeben werden, die vom Griffteil 38 getragen ist.
- 25 In der Regel wird dies der durch den Schieberegler 94 eingestellte Fluiddruck sein, für spezielle Anwendungen kann auf die LCD-Anzeige 98 aber auch ein anderer Arbeitsparameter eingegeben werden, z.B. die vom Ausgangssignal des Kraftmessers 52 abgeleitete Eindringtiefe
- 30 des Arbeitsabschnittes 42 in den Arbeitskanal 32. Diese Strecke ist in Figur 4 mit D angedeutet, wobei die von Sitzscheibe 48 und Dichtscheibe 54 im unbelasteten Zustand eingenommene Stellung gestrichelt als Referenzstellung wiedergegeben ist. Diese Referenzstellung kann
- 35 durch Anschlagwirkung der Sitzscheibe 48 an einem vom

Arbeitsabschnitt 42 getragenen kleinen Anschlag vorgegeben sein.

Das Handstück 36 ist über eine insgesamt mit 99 bezeichnete und nur schematisch angedeutete Drehkupplung mit einem Versorgungskabel 101 verbunden, welches die verschiedenen zur Ver- und Entsorgungseinheit 86 und zur Steuer- und Auswerteeinheit 101 führenden Schläuche und Leiter enthält.

Das oben beschriebene Handstück 36 kann zusammen mit seiner Ver- und Entsorgungseinheit 86 und mit der Steuer- und Auswerteeinheit 88 das den Arbeitskanal 32 umgebende Gewebe auf Krankheit und Remineralisierungsfähigkeit untersuchen. Hierzu wird es wie folgt eingesetzt:

Über das Tastenfeld 90 wird in die Steuer- und Auswerteeinheit 88 vom Massenspeicher 92 ein Meßprogramm "Porosität-Überdruckmessung" geladen. Durch dieses Programm wird der Druck der am einen Eingang des Magnetventiles 72 anstehende Druckluft auf einen für Gewebe-Porositätsmessungen geeigneten Standardwert eingestellt. Dieser kann typischerweise zwischen 1,2 und 1,5 bar liegen und im Bedarfsfalle durch Betätigen des Schiebereglers 94 zu größeren (bis zu 8 bar) oder kleineren Werten vom Zahnarzt abgeändert werden.

Der Zahnarzt setzt nun das Handstück 36 seitlich am zu untersuchenden Backenzahn 10 an und schiebt den hohlzylindrischen Arbeitsabschnitt 42 progressiv in den Arbeitskanal 32 hinein. Hierbei bleibt die Sitzscheibe 48 und die Dichtscheibe 54 zurück, und letztere wird etwas breitgedrückt, wodurch sich eine Dichtstelle zwischen der Außenfläche des Arbeitsabschnittes 42 und der bukkalen Begrenzungsfläche 14 des Backenzahnes 10 ergibt. Nun kann mit einem Meßvorgang begonnen werden,

- und dies erkennt die Steuer- und Auswerteeinheit 88 an einem entsprechenden Ausgangssignal des Kraftmessers 52. Sie schaltet daraufhin das Magnetventil 72 in diejenige Stellung, in welcher der Ausgang des Druckreglers 74 mit der auslaßseitigen Arbeitsöffnung des Magnetventiles 72 verbunden ist. Damit steht am Einlaß des Magnetventiles 62 Druckluft unter dem gewünschten Druck an.
- 10 Die Steuer- und Auswerteeinheit 88 öffnet nun in regelmäßigen Abständen das Magnetventil 62, so daß der Innenraum des Arbeitsabschnittes 42, der Arbeitskanal 32 und das ihn umgebende Gewebe sowie der Druckspeicher 58 mit Druckluft gefüllt werden. Der Auf-Zustand des Magnetventiles 62 wird für eine Zeitspanne aufrechterhalten, die zur vollständigen Füllung des Druckspeichers 58, des Arbeitsabschnittes 42 und des mit diesem kommunizierenden Abschnittes des Arbeitskanales 32 ausreicht. Hierfür kann entweder eine erfahrungsgemäß ausreichende Zeitspanne
- 15 gewählt werden oder durch die Steuer- und Auswerteeinheit 88 festgestellt werden, wann das Ausgangssignal des Druckmessers 62 konstant bleibt. Nun wird das Magnetventil 62 geschlossen, und die Steuer- und Auswerteeinheit 88 zeichnet den Abfall des Ausgangssignales des Druckmessers
- 20 60 auf. Bei guter Abdichtung zwischen dem außenliegenden Ende des Arbeitskanales 32 und des Arbeitsabschnittes 42 ist der Druckabfall, den der Druckmesser 60 feststellt, auf Luft-Leckströme zurückzuführen, welche über den kranken Gewebebereich 24 zur Umgebungsatmosphäre hin erfolgen.
- 25 Je fortgeschrittener die Zerstörung dieses Gewebebereiches ist, umso schneller erfolgt der Druckabbau.

Aus früheren Messungen und Eichmessungen ist bekannt, ab welcher Druckabnahme das kranke Gewebe nicht mehr

35 zu einer Remineralisierung fähig ist. Ist kein Druckabfall

festzustellen oder der Druckabfall langsam, kann eine Remineralisierungs-Therapie mit guten Erfolgsaussichten erfolgen.

- 05 Die oben skizzierte Messung läßt sich gleichermaßen  
unter Unterdruckbeaufschlagung der Arbeitsleitung 56  
durchführen, analog wie oben für Überdruckbeaufschla-  
gung beschrieben. In diesem Falle stellt die Steuer-  
und Auswerteeinheit 88 in einem vom Massenspeicher 92  
10 eingelesenen Programm "Porosität-Unterdruckmessung" einfach  
das Magnetventil 72 in die andere Arbeitsstellung, in  
welcher der Druckregler 78 mit dem Auslaß des Magnet-  
ventiles 72 verbunden ist. Die Steuer- und Auswerteeinheit  
88 registriert dann den nach einem Schließen des Magnet-  
15 ventiles 62 am Druckmesser 66 eintretenden Druckanstieg.  
Für Standard-Untersuchungen haben sich Unterdruckwerte  
(Druckabsenkungen gegenüber Normaldruck) von zwischen 100  
und 500 mbar bewährt. Es versteht sich, daß man diese  
Druckwerte im Einzelfalle noch weiter erhöhen oder ernie-  
20 drigen kann, wie dies im Hinblick auf die Porosität des  
kranken Gewebebereiches und im Hinblick auf die Meßge-  
nauigkeit im Einzelfalle am günstigsten ist.

- In Abwandlung des oben beschriebenen Ausführungsbeispie-  
25 les kann man als zur Messung der Porosität des kranken  
Gewebebereiches 24 verwendetes Gas anstelle von Luft  
auch ein inertes Gas oder ein anderes Gas verwenden,  
welches zugleich eine therapeutische Wirkung entfaltet,  
z.B. chlorhaltige Luft.

30

- In weiterer Abwandlung des unter Bezugnahme auf Figur  
4 beschriebenen Ausführungsbeispieles kann man anstelle  
eines Gases zur Messung der Porosität des kranken Gewe-  
bebereiches 24 auch eine Flüssigkeit verwenden, z.B.  
35 Wasser oder eine physiologische Kochsalzlösung, oder

eine therapeutisch wirksame Lösung.

In diesem Falle stellt dann das Bauteil 76 eine Flüssigkeits-Förderpumpe, das Bauteil 80 eine Flüssigkeits-Saugpumpe dar. Die Förderpumpe 76 saugt die Diagnoseflüssigkeit aus einem Vorratsbehälter 100 an, der in Figur 4 gestrichelt eingetragen ist. Die Steuer- und Auswerteeinheit 88 bestimmt nun die Porosität des kranken Gewebereiches 24 ausgehend vom Ausgangssignal des Strommessers 66. Das Ausgangssignal des Druckmessers 60 kann zusätzlich verwendet werden, um eine Anzeige dafür zu haben, wann Restluft im Handstück und im Gewebe verdrängt ist. Bei einer vereinfachten Version eines nur mit Diagnoseflüssigkeiten arbeitenden Handstückes kann man den Druckspeicherraum 58 und den Druckmesser 60 auch weglassen. Das in Figur 4 gezeigte Handstück ist aber gleichermaßen zur Messung der Gewebeporosität mittels gasförmiger und flüssiger Fluids geeignet.

Arbeitet die Steuer- und Auswerteeinheit 88 in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Strommessers 66, so ist der im stationären Zustand vom Strommesser 66 gemessene Flüssigkeitsstrom, der laufend über den kranken Gewebereich 24 in die Umgebung des Zahnes austritt, ein Maß für die Stärke der Erkrankung bzw. den Grad der Demineralisation bzw. der vorhandenen Porositäten bzw. Kavitäten.

In einer kombinierten Diagnose-Betriebsart kann man auch die das zeitliche Verhalten des vom Strommesser 66 gemessenen Flüssigkeitsstromes betrachten, wobei die bis zur Erzielung eines stationären Flüssigkeitsstromes erhaltenen größeren Stromstärken einer anfänglichen Verdrängung von Luft aus dem durch das Diagnosegerät abgedichteten Arbeitskanal entspricht. Diese Ver-



drängung erfolgt ebenfalls über den kranken Gewebebereich bzw. in diesen hinein.

Dadurch, daß man Flüssigkeiten unterschiedlicher Viskosität verwendet, kann man den Meßbereich des in Figur 4 gezeigten Diagnosegerätes verlagern: niederviskose Flüssigkeiten wie Wasser eignen sich gut zur Messung von weniger porösen kranken Gewebebereichen, während man für stärker poröse Gewebebereiche Diagnoseflüssigkeiten mit höherer Viskosität verwenden kann.

Den Diagnoseflüssigkeiten können zusätzlich Markier-  
substanzen zugesetzt sein, die von gesundem und krankem Gewebe unterschiedlich aufgenommen werden und eine optische und/oder analytische Unterscheidung von krankem und gesundem Gewebe erleichtern. Hierzu gehören z.B. Farbstoffe wie Fuchsin, wobei Letzteres z.B. als 0,5%ige basische Lösung in Propylenglykol verwendet werden kann.

Weitere geeignete Markiersubstanzen sind Elektrolyte, Röntgenkontrastmittel, Radionukleide, etc.

Wird zur Erzeugung des Arbeitskanales ein Hohlbohrer verwendet (konventionelles Bohrgerät mit rotierenden diamantierten Hohlbohrern, wie ozillierende Präparationsgeräte), so können die hohlen Bohrer zugleich als Fluid zu- oder abführende Sondenabschnitte dienen, wenn über eine geeignete Ausbildung der Bohrwerkzeugaufnahme eine Verbindung des Innenraumes des Hohlbohrwerkzeuges mit einer Fluidquelle bzw. einer Fluidsenke hergestellt wird. In diesem Falle kann dann das Bohrgerät zugleich auch ein Diagnosegerät und/oder Behandlungsgerät darstellen, wie es obenstehend unter Bezugnahme auf die Figur 4 beschrieben wurde.

Auf diese Weise kann man besonders bequem den Arbeitskanal durch schrittweises Vorschieben des Bohrwerkzeuges in Richtung der vermuteten Läsion vortreiben und gleichzeitig ohne Wechsel des Gerätes nach jedem Inkrement  
05 des Vorschubs die fluiddynamische Diagnostik zur Bestimmung der Gesundheit des Gewebes durchführen. Hierdurch wird das Arbeiten insgesamt stark erleichtert.

Das in Figur 4 gezeigte Gerät kann auch als Behandlungsgerät eingesetzt werden, um in porösem krankem  
10 Gewebe einen Flüssigkeitsaustausch durchzuführen, insbesondere fluoridhaltige Flüssigkeiten in diese Gewebebereiche hineinzudrücken. In Ergänzung können auch andere Behandlungsflüssigkeiten, welche das kranke Gewebe  
15 für eine Fluoridisierung vorbereiten, mit dem Handstück nach Figur 4 in das kranke Gewebe gedrückt werden und nach vorgegebener Behandlungszeit wieder aus diesem Gewebe herausgesaugt oder durch das Gewebe hindurchgedrückt werden. Hierzu werden einfach Vorratsbehälter  
20 100 verwendet, die anstelle einer Diagnoseflüssigkeit eine Behandlungsflüssigkeit enthalten.

Derartige Behandlungsflüssigkeiten können z.B. sein:

- 25 a) Spülflüssigkeiten: diese holen bei der Erzeugung des Arbeitskanales oder auf Grund der Erkrankung erhaltene Gewebebruchstücke und Bakterien aus dem kranken Gewebebereich heraus. Erfolgt das Zuführen der Spülflüssigkeiten unter Oszillation, können hier-  
30 durch auch die Zellwände von Bakterien im kranken Gewebebereich zerstört werden oder die Bakterienoberflächen derart geschädigt werden, daß diese keine destruierenden Stoffwechselleistungen mehr vollbringen können. Bei raschem Druckwechsel können Hartsubstanz  
35 abtragende Kavitationseffekte erhalten werden.

- b) Desinfektionslösungen, wie z.B. Chlorhexidinlösungen: diese zerstören chemisch im kranken Gewebebereich angefundene Bakterien.
- 05
- c) Adhäsive: (z.B. Carboxylgruppen enthaltende Lösungen, modifizierte Polyacrylsäurelösungen, Lösungsgemische beinhaltend Acrylatmono- oder Polymere oder Lösungsmittel-(z.B. Aceton-)haltige Monomer- oder Polymerlösungen etc.)
- 10
- d) Organische Gewebereste auflösende Lösungen, z.B. Natriumhypochloridlösungen in Konzentrationen unter 6 Gew.-%, bevorzugt unter 3 Gew.-%, nochmals bevorzugt um etwa 1 Gew.-% und N-Monochlor-DL-2-Aminobutyrat
- 15
- enthaltende Lösungen.
- e) Ätzlösungen: hierzu gehören wässrige Kalziumchelatbildner, z.B. EDTA-Lösungen unter 50 Gew.-%, bevorzugt um 20 Gew.-%. Diese Lösungen ermöglichen ein chemisches Abtragen weitestgehend demineralisierter Gewebe und anorganische und organische Säuren.
- 20
- f) Inerte Partikel enthaltende Flüssigkeiten: diese tragen kleine inerte Partikel in die poröse Struktur des kranken Gewebes, wodurch diese abgedichtet wird. Derartige Partikel können auch in den Grenzflächen verkeilt werden und können in das Reinfiltrationsvolumen mit eingebaut werden, um so zusätzliche Haft-
- 25
- effekte des reinfiltrierte Materials an der Oberfläche der im Hartgewebe verkeilten Partikel zu begründen. Derartige Partikel können auch zur Reinigung, beschleunigten Abtragung, Präparation oder Konditionierung des kranken Gewebebereiches nützlich sein, wenn sie unter
- 30
- Druck-Wechselbelastungen oder unter Ultraschalleinwir-
- 35

kung gegen das kranke Gewebe bewegt werden.

Geeignete inerte Partikel sind Glaspartikel, Kalziumphosphatpartikel, Hydroxylapatit- oder Fluorapatitpartikel, Kalziumfluoridpartikel, Salzpartikel, Carbonatpartikel, Flußspatpartikel, Keramikpartikel, Kunststoffpartikel oder Kompositpartikel. Dabei werden Teilchendurchmesser zwischen 0,5 und 2  $\mu\text{m}$  oder auch bis etwa 5  $\mu\text{m}$  bevorzugt, um die oben angesprochene Abdicht- und Brückenfunktion zu erfüllen, wobei für stärker geschädigte kranke Gewebereiche und zur mechanischen Bearbeitung von Gewebe auch Teilchenpartikel mit größerer mittlerer Korngröße geeignet sind (5-10  $\mu\text{m}$  bis hin zu 20, 50 oder 100  $\mu\text{m}$ ).

Die Wahl der Partikelgrößen erfolgt je nach Anwendung:

Ist man an den abrasiven Eigenschaften der Teilchen interessiert, wählt man Teilchen mit mittleren oder größeren Durchmessern aus der oben angegebenen Skala. Möchte man dagegen offene Dentinkanälchen im Sinne der Herstellung einer internen Diffusionsbarriere verlegen (sei dies außen an sensiblen Zahnhälsen oder nach innen bei der Pulpa zugewandten Defektoberflächen) verwendet man Partikelgrößen, die den kleineren oben genannten Größenbereichen entsprechen.

In beiden Fällen können derartige inerte Partikel Haftsubstrate bilden.

Gegebenfalls können auch Gemenge verschiedener Partikel verwendet werden, die unterschiedlichen mittleren Teilchendurchmesser aufweisen, wobei diese unterschiedlichen mittleren Teilchendurchmesser im Hinblick auf optimale Funktion für verschiedene der oben ange-

sprochenen Teilaufgaben gewählt sind.

- f) Pulpawirksame Lösungen: diese Lösungen enthalten Wirkstoffe, die Heilungsprozesse in der Pulpa unterstützen können und werden verwendet, wenn der zu remineralisierende kranke Gewebebereich der Pulpa benachbart ist. Beispiele für solche Wirkstoffe sind BMP (Bone Morphogenetic Proteins) sowie Kalziumhydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) zur Anregung der Hartgewebekonstruktion und K- und Sr-Verbindungen zur Desensibilisierung der Pulpa.
- g) Remineralisationsfördernde Flüssigkeiten: diese Flüssigkeiten enthalten Wirkstoffe, welche die Remineralisation unterstützen. So verschieben z.B. Fluoride das De-/Remineralisationsgleichgewicht zugunsten der Remineralisation, auch in saurer Umgebung (bis pH 4,5). Auch gezielte bakteriostatische oder bakteriozide Wirkungen, wie sie z.B. Chlorhexidin bereitstellt, unterstützen die Remineralisation (Elimination der säurebildenden Bakterien). Die Remineralisation selbst erfolgt vorzugsweise durch im Speichel gelöste Mineralien, die über den "natürlichen Karieszugang" zur Läsion gelangen.
- h) Bei der Reinfiltration verwendete Flüssigkeiten, Gele oder Pasten: Diese bilden nach dem Aushärten in den porösen Strukturen und/oder Kavitationen der Läsion und/oder in durch Präparation erzeugten Hohlräumen und/oder in benachbarten Gewebestrukturen ein Hartgewebe-Ersatzmaterial.

Die oben genannten Behandlungsflüssigkeiten können in der gewünschten Reihenfolge nacheinander jeweils in einem Vorratsbehälter 100 von der Förderpumpe 76 angesaugt und in den Arbeitskanal 32 und damit in den kran-

ken Gewebereich 24 gedrückt werden.

Wo ein kranker Gewebereich in Strömungsverbindung mit der Zahnaußenfläche steht, reicht es, die Behandlungsflüssigkeit ständig unter Druck zu halten; die Behandlungsflüssigkeit strömt dann durch den kranken Gewebereich zur Zahnaußenfläche.

Wo eine derartige Strömungsverbindung nicht besteht, weil der kranke Gewebereich von gesundem Gewebe umgeben ist, unterstützt man den Flüssigkeitsaustausch zwischen dem kranken Gewebe und dem Arbeitsabschnitt 42 des Handstückes 36 dadurch, daß man ein Arbeitsprogramm "Behandlung-Drücken und Saugen" der Steuer- und Auswerteeinheit 88 auswählt, bei welchem das Magnetventil 72 intermittierend zwischen seinen beiden Arbeitsstellungen umgeschaltet wird, wodurch Behandlungsflüssigkeit intermittierend in das kranke Gewebe gedrückt und aus diesem wieder herausgesogen wird. Zurückgesaugte Flüssigkeitsmengen werden von der Saugpumpe 80 in eine Sammelbehälter 102 abgegeben.

Die verschiedenen oben angesprochenen Flüssigkeiten werden somit für folgende Zwecke verwendet:

25 Diagnostik: Es wird geprüft, ob eine Läsion zur Zahnoberfläche hin permeabel ist ("natürlicher Karieszugang"), und wenn ja, ob die Permeabilität so groß ist, daß eine Remineralisierung nicht mehr möglich ist.

30 Behandlung zur Unterstützung der Remineralisation: Eine Meßstelle umgebendes remineralisierbares Gewebe bildet eine gute Diffusionsbarriere. Durch Einbringen einer Behandlungsflüssigkeit unter kontinuierlichem Druck erfolgt über längere Zeit hinweg eine Diffusion der in der Behand-

lungensflüssigkeit enthaltenen Wirkstoffe in das umgebende Gewebe, wodurch dieses für eine bessere Remineralisation vorbereitet wird. Der Austausch zwischen Gewebeflüssigkeit und Behandlungsflüssigkeit kann durch Pumpwirkung unterstützt werden, indem die Behandlungsflüssigkeit alternierend unter Überdruck und Unterdruck gesetzt oder unter Schall- oder Ultraschalleinwirkung appliziert wird.

Behandlung zur Vorbereitung einer Reinfiltration: Durch rasche Druckwechselbelastung oder "Wasserstrahlwirkung", durch Ultraschalleinwirkung (ggf. unterstützt durch abrasive Partikel) werden irreversibel zerstörte Gewebeteile innerhalb des Läsionsvolumens ausgeräumt. Dabei dient das Behandlungsmedium als Koppel- und Transportmedium. Soweit das Behandlungsmedium zusätzlich Wirkstoffe enthält, erfolgt auch ein Einbringen der Wirkstoffe in die verbleibende Gewebestruktur, wo diese dann ihre chemische oder biologische Wirkung entfalten können.

Spülwirkung: Bei großer Durchlässigkeit der Diffusionsbarriere kann man die Behandlungsmedien auch kontinuierlich durch die Läsion hindurchdrücken (reine Spül- bzw. Abführ- bzw. Trocknungswirkung).

Reinfiltration: Es wird ein flüssiges aushärtbares Material eingebracht, welches ggf. noch zurückgebliebene Reste anderer Behandlungsmedien verdrängt und nach dem Aushärten ein Zahnersatzmaterial bildet.

Zur Vereinfachung eines mehrstufigen Behandlungsverfahrens kann man auch mehrere der Behandlungsflüssigkeiten gemischt in einen Vorratsbehälter 100 geben und gemeinsam dem kranken Gewebebereich zuführen.

35

Es versteht sich, daß ein Vorratsbehälter 100 für Behandlungsmedium in der Praxis kein offenes Gefäß ist, vielmehr ein steriler Beutel, der an die als Kanüle ausgebildete Ansaugleitung der Förderpumpe 76 angeschlossen wird.

05

Aus der obenstehenden Beschreibung im Zusammenhang mit Figur 4 ist ersichtlich, daß das dort gezeigte Gerät ein kombiniertes Diagnose- und Behandlungsgerät ist, welches sich zur Diagnose wahlweise mit gasförmigen und flüssigen Diagnosemedien und zur Behandlung wahlweise mit gasförmigen und flüssigen (oder wenigstens kurzzeitig in fließfähigem Zustand versetzten) Behandlungsmedien eignet.

10

15 Die Umsetzung der Druckanstiegen, Druckabfällen oder Flüssigkeitsströmen und Änderungen derselben zugeordneten elektrischen Ausgangssignale in ein der Stärke der Erkrankung des kranken Gewebebereiches 24 entsprechende elektrische Signale, die auf dem Bildschirm 96 ausgegeben werden, erfolgt durch die Steuer- und Auswerteeinheit 88. Hierbei kann die Steuer- und Auswerteeinheit zum einen gemäß Algorithmen arbeiten, welche aus den Strömungsgesetzen abgeleitet sind; die Steuer- und Auswerteeinheit kann aber stattdessen oder zusätzlich auch nach

25 Zuordnungstafeln arbeiten, die anhand von früheren Untersuchungen oder Messungen an Testmaterialien gewonnen wurden. Dabei können unterschiedliche Zuordnungstabellen verwendet werden, die unterschiedlichen Zahnarten (Backenzähne, Schneidezähne), dem Geschlecht des Patienten und

30 dem Alter des Patienten Rechnung tragen. Diese Tabellen sind auf dem Massenspeicher 92 abgelegt, und die jeweils benötigte wird für eine spezielle Messung von der Steuer- und Auswerteeinheit 88 geladen.

35 Ferner enthält der Massenspeicher 92 unterschiedliche



Meßprogramme (z.B. für gasförmige Diagnosemedien und flüssige Diagnosemedien unterschiedlicher Viskosität). Schließlich sind auf dem Massenspeicher 92 auch die Behandlungsprogramme abgelegt, welche die Steuerung  
05 der Magnetventile 62, 72 und die Steuerung der Arbeitsdrucke über die Stellmotoren 82, 84 sowie eine Strombegrenzung durch die Drossel 70 durch den Stellmotor 68 für die verschiedenen Behandlungsmedien vorgeben.

10 In Figur 5 ist ein Handstück (und zugeordnete Versorgungs- und Auswerteeinheiten) gezeigt, welches nur der Diagnose dient. Gerätekomponenten, die obenstehend unter Bezugnahme auf Figur 4 schon erläutert wurden, sind wieder mit denselben Bezugszeichen versehen und werden  
15 nicht nochmals im einzelnen beschrieben.

Das Diagnosegerät nach Figur 5 arbeitet taktil und weist eine Meßspitze 104 auf, die in radialer Richtung durch ein seitliches Fenster 106 bewegbar ist, welches in  
20 der Umfangswand des zylindrischen Arbeitsabschnittes 42 vorgesehen ist.

Die Meßspitze 104 ist von einem kurzen Hebel 108 getragen, der bei Ende des Arbeitsabschnittes 42 drehbar  
25 gelagert ist. Am Hebel 108 greift über einen Zwischenlenker 110 ein Betätigungsstab 112 an, der mit einem kleinen Arbeitszylinder 114 verbunden ist. Dieser ist durch eine Feder in eine eingefahrene Stellung vorgespannt und kann über die Magnetventile 62, 72 mit dem Ausgang des  
30 Verdichters 76 verbunden werden.

Dem Arbeitszylinder 114 ist ein Stellungsgeber 116 zugeordnet. Dessen Ausgangssignal ist somit ein Maß für die radiale Stellung der Meßspitze 104.

Der Arbeitsabschnitt 42 ist im Arbeitskopf 40 drehbar gelagert und trägt ein Zahnrad 118, welches mit einem Ritzel 120 kämmt, das durch einen Stellmotor 122 gedreht wird. Auf diese Weise kann man die Winkelstellung des Fensters 106 und damit den Meßpunkt der Meßspitze 104 um die Achse des Arbeitskanales 32 drehen. Durch mehr oder weniger starkes Zusammendrücken der Schraubenfeder 50 kann man die axiale Stellung des Meßpunktes vorgeben. Damit kann das Diagnosegerät insgesamt die Härte des Gewebes in axialer Richtung und in Umfangsrichtung aufgelöst messen. Die Winkelstellung des Fensters 106 kann die Steuer- und Auswerteeinheit 88 dabei aus der zurückliegenden Erregung des Stellmotors 122 ableiten, z.B. im Falle eines Schrittmotors aus der Anzahl der diesem zuvor zugeführten in Vorwärts- und Rückwärts-Richtung wirksamen Stellimpulse.

Das in Figur 5 gezeigte Diagnosegerät kann in zwei unterschiedlichen Betriebsarten betrieben werden:

In der ersten Betriebsart gibt die Steuer- und Auswerteeinheit 88 einen festen Druck der auf den Arbeitszylinder 114 gegebenen Druckluft vor, und an den verschiedenen Meßstellen wird über das Ausgangssignal des Stellungsgebers 116 die Eindringtiefe der Meßspitze 104 ins Gewebe gemessen.

In der zweiten Betriebsart wird von der Steuer- und Auswerteeinheit 88 der durch den Druckregler 74 vorgegebene Druck über den Stellmotor 84 sukzessive erhöht, bis der Stellungsgeber 116 ein vorgegebenes Ausgangssignal bereitstellt. Der Druck, bei dem die entsprechende vorgegebene Eindringtiefe der Meßspitze 104 erhalten wird, ist dann ein Maß für die Härte des Gewebes.

Die Steuer- und Auswerteeinheit 88 kann die verschiedenen axial und in Umfangsrichtung aufgelösten Meßwerte graphisch auf dem Bildschirm darstellen, z.B. in Form eines Bildes des Arbeitskanales 32, auf dessen Wandfläche die verschiedenen Härtewerte durch unterschiedliche  
05 Farben wiedergegeben sind. Auf diese Weise erhält der Zahnarzt anschaulich eine Information über die räumliche Ausdehnung des kranken Gewebebereiches und das Ausmaß der Gewebeschädigung.

10

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 5 wurde die Ver- und Entsorgungseinheit 86 genauso wiedergegeben wie in Figur 4, obwohl einige ihrer Funktionen für das in Figur 5 gezeigte Handstück nicht notwendig sind, das ein rei-  
15 nes Diagnosehandstück ist. Damit soll zum einen zum Ausdruck gebracht werden, daß das Diagnosehandstück gemäß Figur 5 anstelle eines Diagnosehandstückes gemäß Figur 4 an dieselbe Ver- und Entsorgungseinheit 86 und dieselbe Steuer- und Auswerteeinheit 88 angeschlossen werden kann. Zum anderen können Teile der Ver- und Entsor-  
20 gungseinheit 86 auch mit Handstücken verwendet werden, die sich durch Abwandlung des in Figur 5 gezeigten Handstückes ergeben. So kann man dann, wenn man den Arbeitszylinder 114 mit einer Antriebsflüssigkeit beaufschlagt, den Strommesser 66 auch als Stellungsmesser für den  
25 Arbeitszylinder verwenden, wodurch dann der gesonderte Stellungsgeber 116 entfallen kann.

Auch kann man den Hydraulikzylinder 114 so ausbilden, daß er unter vorgegebener Federkraft in die ausgefahrene  
30 Stellung vorgespannt ist. Er wird dann durch das Sauggebläse bzw. die Saugpumpe 80 eingefahren, wenn der Arbeitsabschnitt 42 im Arbeitskanal 32 axial verlagert oder gedreht wird. Mit dem Stellungsgeber 116 wird nach  
35 Entlüften des Hydraulikzylinders 114 gemessen, wie weit

die Meßspitze 114 unter der vorgegebenen Federkraft in das Gewebe eindringt.

Figur 6 zeigt die Spitze eines abgewandelten Arbeitsabschnittes 42. Die Meßspitze 104 ist das angeschärft  
05 Ende eines Drahtstückes 124, welches in einer gekrümmten Führungsbohrung 126 des massiv ausgebildeten Endabschnittes 128 des Arbeitsabschnittes 42 läuft. Das linke  
10 Ende des Drahtstücks 124 ist fest mit der Betätigungsstange 112 verbunden.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 erfolgt somit die Bewegungsumlenkung in eine Richtung mit radialer Komponente durch die Führungsbohrung 126 in Verbindung  
15 mit der Biegbarkeit des Drahtstückes 124; im übrigen arbeitet die Meßspitze 104 ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel nach Figur 5 beschrieben.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 7 trägt der Arbeitsabschnitt 42 am vorderen Ende eine Linsenanordnung 130  
20 bestehend aus einer Sammellinse und einer Streulinse. Das am hinteren Ende des Arbeitsabschnittes 42 gehaltene Licht wird durch eine weitere Linse 132 auf einem Bildwandler 134 abgebildet. Letzterer ist mit einer Video-  
25 Schnittstelle der Steuer- und Auswerteeinheit 88 verbunden.

Die Steuer- und Auswerteeinheit 88 speist über eine gesteuerte Spannungsquelle 136 eine kleine Halogenbirne  
30 138, die über eine Sammellinse 140 und einen halbdurchlässigen Spiegel 142 Licht auf die Achse des Arbeitsabschnittes 42 richtet.

In einem praktischen Ausführungsbeispiel kann man in  
35 Abwandlung eine Koaxial-Lichtleiteranordnung verwenden,

die ganz oder teilweise flexibel ist. Ein zentraler Lichtleiter führt das von der Optik erzeugte Bild der Läsion zurück auf einen Bildwandler; ein äußerer, hohler Lichtleiter führt Beleuchtungslicht zu, welches von einer  
05 Halogenlampe oder einer Xenon-Hochdrucklampe erzeugt wird.

Die Steuer- und Auswerteeinheit 88 vergleicht die vom Bildwandler 134 bereitgestellten Bilder, die der unmittelbaren Umgebung des Endes des Arbeitsabschnittes 42  
10 entsprechen, mit auf dem Massenspeicher 92 abgelegten Referenzbildern bezüglich Größe der Poren und Färbung. Zusätzlich kann das vom Bildwandler 134 erzeugte Bild auf dem Bildschirm 96 vom Arzt betrachtet werden. Durch diese direkte Betrachtung und aus dem Vergleich mit  
15 Referenzbildern kann bestimmt werden, in welchem Ausmaß das vor der Linsenanordnung 130 liegende Gewebe geschädigt ist.

Statt in Reflexion kann man auch in Transmission, also  
20 transdental messen, wobei das Licht über den Arbeitskanal 32 der Läsion zugeführt wird und die Beobachtung des Defekts unter Verwendung einer Videokamera von der Außenseite des Zahnes her erfolgt.

25 In Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Figur 7 kann man auch nur die Gewebefarbe als Unterscheidungskriterium verwenden und dann den Bildwandler 134 durch einen Lichtdetektor und ein vor diesem angeordnetes optisches Filter ersetzen (wie ähnlich unter Bezugnahme auf  
30 Figur 11 noch erläutert wird), wobei der Arbeitskopf 40 dann vorzugsweise eine Führung aufweist, um unterschiedliche optische Filter vor den Lichtdetektor stellen zu können.

35 Bei dem Diagnosegerät gemäß Figur 8 ist am Ende des

Arbeitsabschnittes 42 ein elektroakustischer Wandler  
144 vorgesehen, vorzugsweise ein Ultraschall abgebender  
piezoelektrischer Wandler. Der Wandler 144 wird von  
einem Betriebskreis 146 her mit entsprechend hochfre-  
05 quenter Spannung beaufschlagt und dem Betriebskreis 146  
ist ein Lastfühlkreis 148 zugeordnet, der ein Ausgangs-  
signal bereitstellt, welches der dem Wandler 144 zuge-  
führten Energie zugeordnet ist. Diese ist größer, wenn  
das den Wandler 144 umgebende Gewebe mehr Schallenergie  
10 aufnimmt. Dies ist gerade dann der Fall, wenn dem Wandler  
144 krankes Gewebe gegenüberliegt, welches größere Poren  
aufweist und dessen Material schlechtere Elastizität hat.  
Auf diese Weise kann wieder in axialer Auflösung ( Kraft-  
messer 52 in Verbindung mit der Schraubenfeder 50) gesundes  
15 und krankes Gewebe in Längsrichtung des Arbeitskanales  
32 unterschieden werden.

In Figur 8 wurde der Ultraschallwandler als am Ende  
des Arbeitsabschnittes 42 gelegen dargestellt. Es ver-  
20 steht sich, daß man den Ultraschallwandler auch im Inneren  
des Handstückes 36 vorsehen kann und den Ultraschall  
über den Arbeitsabschnitt 42 zur Läsion führen kann.  
In diesem Falle wird dann die Arbeitsspitze als schwin-  
gende Sonotrode ausgebildet.

25 Zur Ankopplung des Ultraschalls an das zu diagnostizie-  
rende Gewebe dient vorzugsweise Wasser. Dieses kann sich  
schon in den eventuell vorhandenen Poren oder Kavitäten  
des Gewebes finden. Man kann auch zum Koppeln dienendes  
30 Wasser zusätzlich in den Arbeitskanal bringen. Anstelle  
von Wasser können auch andere Medien, z.B. Gele verwen-  
det werden.

Wünscht man nicht nur eine axiale sondern auch eine  
35 laterale Auflösung der Läsion, so kann man den Ultra-

schallwandler auch so an der Arbeitsspitze 42 anbringen, daß er in radialer Richtung abstrahlt. Alternativ kann man die Arbeitsspitze 42 als den Schall in radiale Richtung umlenkende Sonotrode ausbilden. Durch Drehen derartiger  
05 auch (oder ausschließlich) in radialer Richtung messender Ultraschall-Meßspitzen kann man auch in Umfangsrichtung die räumliche Auflösung der Läsion ermitteln.

Oben stehend wurde betrachtet, daß sich krankes und  
10 gesundes Gewebe in der Absorbition von Ultraschall unterscheiden. Dies bedeutet zugleich, daß sich krankes und gesundes Gewebe in der Ultraschall-Reflexion unterscheiden. Man kann somit auch nach der Laufzeitmethode (Zeitdifferenz zwischen der Abgabe und dem Empfang eines Ultraschall-  
15 Impulses) die Stärke einer lokalen Gewebeschädigung ermitteln.

Wie oben schon in Zusammenhang mit der mechanischen Meßspitze 104 beschrieben, kann man die räumliche Aus-  
20 dehnung der Läsion durch axiales Bewegen und Drehen der Meßspitze ermitteln.

Eine für den Zahnarzt leicht lesbare Darstellung des Gesundheitszustandes des Gewebes kann man durch Zuord-  
25 nung unterschiedlichen Farben zu unterschiedlich gesunden Gewebebereichen bei der Monitorarstellung des vom Bildwandler erzeugten Bildes erhalten.

Das in Figur 9 gezeigte Handstück 36 ist geometrisch  
30 demjenigen nach Figur 8 sehr ähnlich, nur trägt das Ende des Arbeitsabschnittes 42 anstelle eines elektroakustischen Wandlers zwei ringförmige axial beabstandete Elektroden 150, 152. Diese sind mit einem Widerstandsmeßkreis 154 und/oder einem Frequenzanalysator  
35 verbunden. Unter Meßbedingungen mißt der Widerstandskreis

154 durch Anlegen einer kleinen Spannung an die Elektroden 150, 152 die Leitfähigkeit derjenigen Gewebebereiche, welche die Elektroden 150, 152 in der jeweiligen Stellung des Arbeitsabschnittes 42 überbrücken. Da die elektrische  
05 Leitfähigkeit des kranken Gewebes sich von der des gesunden Gewebes unterscheidet (wegen unterschiedlicher Porenstruktur und der unterschiedlichen Füllung durch Flüssigkeit) kann die mit dem Ausgangssignal des Widerstandsmeßkreises 154 beaufschlagte Steuer- und Auswerteeinheit 88 wie-  
10 der das Ausmaß der Gewebeschädigung in Längsrichtung des Arbeitskanales 42 ermitteln und aufzeichnen.

Eine solche Messung kann auch transdental erfolgen, wobei eine Elektrode auf die äußeren Zahnflächen, z.B.  
15 als dünne Folienelektrode zwischen die Approximaloberflächen des betroffenen Zahnes und des Nachbarzahnes positioniert wird und dort meistens klemmt, z.B. im Bereich des "natürlichen Karieszuganges" von approximal, und die andere Elektrode via Arbeitskanal in den Defekt  
20 vorgeschoben und innerhalb desselben verschieden positioniert wird. Da gesunder Schmelz ein sehr guter elektrischer Isolator ist und innerhalb kariös veränderten Schmelzes in Abhängigkeit vom Demineralisationsgrad der prozentuale Wasseranteil erhöht ist, kann aus der Verän-  
25 derung elektrischer Widerstände und/oder der Verschiebung von Wechselstromfrequenzen auf die Qualität des Hartgewebes in diesem Bereich rückgeschlossen werden.

Selbstverständlich kann diese Referenzelektrode auch  
30 an jeder anderen Stelle des Körpers angebracht oder vom Patienten, z.B. in der Hand, gehalten werden.

Bei dem weiter abgewandelten Ausführungsbeispiel nach Figur 10 trägt der Arbeitsabschnitt 42 ein poröses Test-  
35 röhrchen 156, welches z.B. aus gesintertem Keramikmate-



rial hergestellt ist. Verbindet man das Innere des Teströhrchens 156 über das Magnetventil 62 und das Magnetventil 72 mit dem Einlaß des Sauggebläses 80 wird Flüssigkeit aus den das Teströhrchen umgebenden Gewebebereichen  
05 angesaugt. In dieser Flüssigkeit enthaltene Gewebepartikel und Bakterien bleiben im Material des Teströhrchens 156 hängen. Auch bleibt in der Wand des Teströhrchens jeweils ein Rest abgesaugter Gewebeflüssigkeit, wenn das Absaugen beendet wird.

10 Durch Analyse der in den verschiedenen Wandabschnitten des Teströhrchens 156 zurückgehaltenen Materialien (Gewebeflüssigkeit, Bakterien, Gewebefragmente) läßt sich wiederum ermitteln, an welchen Stellen krankes, an welchen  
15 gesundes Gewebe vorliegt.

Eine weitere Differenzierung der Art und des Ausmaßes der Gewebeerkrankung kann man bei dem Diagnosegerät gemäß Figur 10 so bewerkstelligen, daß man zunächst  
20 Flüssigkeit vom unbehandelten Gewebe absaugt, dann unter Verwendung der unter Bezugnahme auf Figur 4 obenstehend erläuterten Möglichkeiten nacheinander eine Diagnoseflüssigkeit und/oder eine Behandlungsflüssigkeit (Ätzflüssigkeit, Primerflüssigkeit) in das Gewebe preßt und dann  
25 wieder eine Absaugung vornimmt, wobei letzteres jeweils mit neuen Teströhrchen erfolgt.

Die oben beschriebenen Diagnose- und Behandlungsgeräte wurden im Zusammenhang mit einem Arbeitskanal 32 eingesetzt, der eine Sackbohrung war, wobei der Arbeitskanal  
30 bei bis an die Zahnoberfläche geschädigtem Gewebe über die gestörte Gewebestruktur zur Umgebungsatmosphäre weniger oder mehr geöffnet war, je nach dem Ausmaß der Gewebeschädigung.

35

Insbesondere dann, wenn man den Arbeitskanal 32 nur zu Diagnosezwecken verwendet, ist es wünschenswert, wenn der Arbeitskanal 32 nur minimalen Durchmesser hat. In diesem Falle kann es vorteilhaft sein, den Arbeitskanal so weit zu führen, daß er sich durch den gesamten Zahn hindurch erstreckt. Man kann dann das Diagnosegerät (und das Behandlungsgerät) in zwei Teile unterteilen, die mit den beiden Enden eines solchen durchgehenden Arbeitskanales verbunden sind, wie in Figur 11 dargestellt.

In das in Figur 11 links gelegene Ende des Arbeitskanales 32 ist ein erster monofiler dünner Lichtleiter 158 mit sphärischer Stirnfläche eingesetzt, der Licht von einer Halogenlampe 160 über eine Sammellinse 162 erhält. Das von der den Arbeitskanal 32 umgebenden Gewebefläche reflektierte Licht wird von einem ähnlich ausgebildeten Lichtleiter 164 aufgefangen, und das von diesem abgegebene Licht wird über eine Linse 166 und ein optisches Filter 168 auf einen Lichtdetektor 170 gegeben. Das Ausgangssignal des Lichtdetektors 170 wird wieder als Maß für die Gewebeschädigung genommen.

Die Enden der Lichtleiter 158 und 164 sowie die mit diesen zusammenarbeitenden Komponenten sind in einem Gehäuse 172 untergebracht. Ein dünner Distanzstab 174 ist vom Ende eines der Lichtleiter getragen und hält die Enden der Lichtleiter im Arbeitskanal 32 auf vorgegebenem Abstand.

Es versteht sich, daß man anstelle des Farbfilters 168 und des Lichtdetektors 170 auch wieder einen Bildwandler vorsehen kann, dessen Ausgangssignale auf eine Einheit zur Bildverarbeitung und Bildauswertung gegeben wird.

Das in Verbindung mit Figur 11 geschilderte Transmissionsprinzip läßt sich auch auf die Therapie anwenden: In diesem Falle entspricht dann der Lichtleiter 158  
05 einer dünnen Kanüle, die mit einer Quelle für Behandlungsfluid verbunden ist, während der Lichtleiter 164 einer Kanüle entspricht, die mit einer Absaugeinrichtung verbunden ist.

10 Bei einer weiteren, nicht gezeigten Ausführungsform der Erfindung kann man auf der einen Seite des Zahnes ein erstes Handstück für optische Gewebekontrolle anbringen, welches eine im Arbeitskanal angeordnete Optik hat, und am zweiten Ende des Arbeitskanales ein Handstück zur  
15 optischen Kontrolle des Gewebes vorsehen, welches eine außerhalb des Arbeitskanales liegende Optik hat. Diese können abwechselnd als Licht bereitstellendes Handstück und Licht entgegennehmendes Handstück verwendet werden und über einen Umschalter wahlweise mit der Lichtquelle oder  
20 einem Lichtdetektor oder Bildwandler verbunden werden.

Figur 12 zeigt ein reines Behandlungsgerät, welches dazu dient, Behandlungsflüssigkeit dem kranken Gewebebereich 24 zuzuführen und verbrauchte Behandlungsflüssigkeit von dort wieder abzuziehen. Im wesentlichen  
25 entspricht das in Figur 12 gezeigte Behandlungs-Handstück dem kombinierten Diagnose- und Behandlungshandstück gemäß Figur 4 unter Weglassung der der Messung des Gewebezustandes dienenden Handstückkomponenten.

30 Das Magnetventil 62 ist nun als 3/2-Ventil ausgebildet, und dessen zweiter Eingang steht mit einem aus Kunststoff gespritzten Balg-Vorratsbehälter 176 über eine lösbare Steckverbindung 178 in Verbindung, in welchem  
35 ein weiteres Behandlungsmedium enthalten ist. Dieses

Behandlungsmedium, welches auch höhere Viskosität aufweisen kann, wird dadurch aus dem Vorratsbehälter 176 herausgedrückt, daß der Arzt auf die freie Stirnfläche des Vorratsbehälters 176 drückt. Dabei zeigt ihm eine  
05 durch die Steuer- und Auswerteeinheit 88 gesteuerte LED 180 an, wann das Magnetventil 62 in derjenigen Stellung steht, in welcher der Vorratsbehälter 176 mit dem Inneren des Arbeitsabschnittes 42 verbunden ist.

10 Durch das Konfektionieren des Behandlungsmediums in Kunststoff-Vorratsbehältern 176 wird es möglich, eine größere Anzahl unterschiedlicher Behandlungsmedien rasch aufeinanderfolgend anzuwenden. Der Totraum zwischen Vorratsbehälter 176 und der Applikationsstelle  
15 ist nur gering.

Das Steckverbinderteil 178 ist auf Übermaß gefertigt und zunächst am Ende verschlossen. Durch Abschneiden seines Endabschnittes wird es auf die jeweils benötigte Länge  
20 gebracht, wodurch zugleich der Vorratsbehälter geöffnet wird.

In Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Figur 12 kann man das Ausbringen des Behandlungsmediums aus dem Vorratsbehälter 176 auch durch einen durch die Steuer- und Auswerteeinheit 88 gesteuerten Motor bewerkstelligen, z.B. einen Druckluft- oder Hydraulikmotor, der über ein weiteres Magnetventil mit dem Ausgang der Förderpumpe 76 verbindbar ist.

30

Wie aus Figur 13 ersichtlich, kann man das am Vorratsbehälter 176 befindliche Steckverbinderteil 182 der Steckverbindung 178 so ausbilden, daß es auch direkt in den Arbeitskanal 32 paßt, wobei ein konischer Übergangsabschnitt 184 des Steckverbinderteils 182 für die  
35

Abdichtung sorgt.

In Abwandlung kann man eine Spritze verwenden; welche mit einem flüssigen Behandlungsmedium gefüllt ist. Durch  
05 Drücken des Stempels der Spritze läßt sich dann Behandlungsmedium in den Arbeitskanal 32 einspeisen.

Ist der kranke Gewebereich 24 sehr nahe bei der Zahnoberfläche angeordnet und ist die Schädigung des Gewebes  
10 schon so stark, daß ein erheblicher Leckpfad zur Zahnoberfläche gebildet wird, treten durch das kranke Gewebe bei Flüssigkeitsbeaufschlagung des Arbeitskanales 32 größere Flüssigkeitsmengen zur Zahnoberfläche hin aus. Um zu verhindern, daß diese Flüssigkeitsmengen auch  
15 auf den benachbarten Zahn einwirken und in den Mund des Patienten gelangen, kann man gemäß Figur 15 zwischen die beiden Zähne ein Saugteil 200 einschieben, wobei gegebenenfalls durch einen Keil 202 der Zahnabstand vorübergehend vergrößert wird. Der Saugteil 200 ist  
20 ein aus Gummi oder Kunststoff gefertigtes Hohlteil, welches über einen Anschlußstutzen 204 mit einer Saugleitung 206 verbunden ist. In der in der Zeichnung links gelegenen Hauptfläche ist das Saugteil 200 mit einer Saugöffnung 208 versehen, welche neben den kranken Gewebereich 24 gestellt wird.  
25

Zur Behandlung von oberflächennahen Gewebedefekten eines Zahnes kann man eine Behandlungskappe 210 vorsehen (vgl. Figur 15), die ähnlich wie ein Saugnapf ausgebildet ist  
30 und eine kegelstumpfförmige Begrenzungswand 212 aufweist, die unter elastischer Verformung mit ihrem Rand eine Dichtstelle zur Zahnoberfläche darstellt. An die obere Kappenwand 214 ist ein Anschlußstutzen 216 angeformt, der beispielsweise mit dem Steckverbinderteil 182 des in Figur  
35 13 gezeigten Vorratsbehälters 176 verbindbar ist.

Auf diese Weise kann man an der Zahnoberfläche liegende Gewebedefekte mit den verschiedenen weiter oben genannten Behandlungsflüssigkeiten behandeln, um die Gewebeober-  
05 fläche für eine Remineralisierung vorzubereiten und dann zu remineralisieren bzw. zu reinfiltrieren.

Alternativ kann das durch die Geometrien der Behandlungskappe, des Anschlußstutzens und der Zuleitungen definierte,  
10 darin beinhalten Flüssigkeitsvolumen oszillierend angeregt und die Dämpfung dieser Oszillation durch die Kontaktfläche zur fraglichen Zahnhartsubstanzoberfläche bestimmt werden. Stehen kariöse Zahnhartsubstanzvolumen, insbesondere Dentinkariesvolumen, mit dem adaptierten oszillierenden  
15 Flüssigkeitsvolumen in Verbindung, so resultiert darauf eine höhere Bedämpfung als bei gesundem Zahnhartgewebe, insbesondere bei einem intakten Zahnschmelzmantel.

Mit dieser Methode lassen sich auch etwaige versteckte  
20 Kariesläsionen im okklusalen Fissurenbereich quantifizierbar erfassen. Selbstverständlich können die o.g. Markersubstrate und Behandlungsmedien auch in dieser Anwendung analog zum Einsatz kommen.

25 Figur 16 zeigt ein Bohrer-Handstück 218, in welches der in Figur 2 gezeigte Kernbohrer 30 eingesetzt wird. Das Handstück 218 hat einen Tiefenanschlag 220, der in der jeweils eingestellten Lage durch eine Fixierschraube 222 arretiert wird. Der Tiefenanschlag 220  
30 wird gemäß der durch Röntgenbilder zuvor ermittelten Groblage des erkrankten Gewebebereiches 24 eingestellt.

Der Tiefenanschlag 220 ist mittels einer Fixierschraube 222 auf einem Ringteil 224 einstellbar angebracht, das  
35 drehbar auf dem Werkzeug-Lagergehäuse 226 des Handstückes

218 sitzt und durch eine Fixierschraube 228 arretiert ist. Auf diese Weise kann man die Orientierung eines Griffteiles 230 des Handstückes 218 so wählen, wie dies für das Arbeiten des Zahnarztes am bequemsten ist, und die Lage  
05 des Tiefenanschlages 220 so wählen, wie dies im Hinblick auf sichere Abstützung am zu behandelnden Zahn am günstigsten ist.

Die vorstehenden Ausführungsbeispiele wurden im Zusammen-  
10 hang mit gasförmigen und flüssigen Diagnose- und Behandlungsmedien eräutert.

In einen wie oben beschrieben erzeugten Arbeitskanal 32 kann man jedoch auch festes Behandlungsmedium geben,  
15 z.B. ein in Figur 17 gezeigtes, insgesamt mit 232 bezeichnetes Behandlungsröhrchen. Dieses hat einen hohlzylindrischen Hauptkörper 234, der z.B. aus porösem gesintertem Material bestehen kann. In die Poren des Sintermaterials und/oder in das Innere des Hauptkörpers  
20 234 ist ein pulverförmiges Behandlungsmedium 235 (z.B. ein Salz oder harzgebundene Wirkstoffe) eingefüllt.

Das Behandlungsröhrchen 232 hat ferner einen Kopfab-  
schnitt 236, der leicht kegelig ist und vorzugsweise  
25 in der Mitte mit einer Ansenkung 238 versehen ist.

Zum Gebrauch wird das Behandlungsröhrchen 232 in den Arbeitskanal 32 geschoben und stark in diesen hineingedrückt, so daß der auf seiner Umfangsfläche kegelige  
30 Kopfabschnitt 236 eine Dichtstelle mit dem Rand des Arbeitskanales herstellt.

Im Laufe der Zeit füllt sich das Behandlungsröhrchen 234 dann mit Gewebeflüssigkeit, wodurch das in ihm ent-  
35 haltene Behandlungsmedium, insbesondere ein Fluoride

freisetzendes Salz langsam aufgelöst wird.

Die Freigabe des Behandlungsmediums kann man noch dadurch modifizieren, daß man dieses harzgebunden in das  
05 Behandlungsröhrchen 232 gibt, wobei die Harzmaterialien so gewählt sind, daß eine über Wochen und Monate gestreckte Wirkstoffabgabe erfolgt.

Wird eine noch sichere Abdichtung des Arbeitskanales  
10 32 nach außen gewünscht, kann man diesen gemäß dem Kopfabschnitt 236 des Behandlungsröhrchens 232 ansenken und den Kopfabschnitt 236 in diese Ansenkung einkleben.

Zum wieder Entfernen des Behandlungsröhrchens 232 wird  
15 dann der Kopfabschnitt 236 abgebohrt, wozu ein entsprechender Bohrer an der Ansenkung 238 angesetzt wird.

Das Behandlungsröhrchen 232 kann auch aus einem gewebeverträglichen vorzugsweise porösen Material hergestellt  
20 sein, welches im Zahn auch über die Behandlungszeit hinaus verbleibt.

Für eine Langzeit-Überwachung und Langzeit-Therapie nicht freiliegender Läsionen ist es vorteilhaft, den Arbeitskanal  
25 32 offen zu halten. Hierzu kann man in den Arbeitskanal 32 einen Schalungskörper 240 einsetzen, wie Figur 18 zeigt. Dieser ist eine dünnwandiges Röhrchen aus Glas oder Metall, in welches Gewebe nicht hineinwachsen kann. Ein kegeliger Kopfabschnitt 242 stellt wieder eine gute  
30 Abdichtung des äußeren Endes des Arbeitskanales 32 sicher. Das Ende des Schalungsröhrchens ist durch einen Gewindestopfen 244 verschlossen. Die Länge des Schalungsröhrchens ist durch Ablängen so bemessen, daß es vor dem kranken Gewebebereich 24 endet.



Durch Abnehmen des Gewindestopfens 244 besteht langfristig ein Zugang zum kranken Gewebereich 24. Nach Beendigung der Therapie wird das Schalungsröhrchen gezogen oder es verbleibt endgültig .

05

Dann wird zumindest das Ende des Arbeitskanales 32 durch eine Füllmasse geschlossen.

10 Feste Restaurationskörper zum Ausfüllen des Arbeitskanales 32 können Präzisionspaßkörper z.B. aus Keramik oder Kunststoff (Inserts) sein. Sie verschließen eine behandelte Läsion. Die Abdichtung erfolgt mit einem Fügematerial, z.B. einem Zement oder einem Kunststoff zum temporären oder dauerhaften Verschuß des Arbeitskanales.

15

Auch beim Reinfiltrieren ist es wichtig, daß durch die Arbeitsspitze 42 das Ende des Arbeitskanales 32 dicht abgeschlossen ist, damit das Reinfiltrations-Material unter Druck, ggf. auch Druck-Wechselbelastungen oder unter  
20 Schall- oder Ultraschalleinwirkung, in den Arbeitskanal eingespeist werden kann und die defekte Gewebestruktur und anschließend auch den Arbeitskanal selbst blasenfrei ausfüllt.

25 Nach der Reinfiltration besteht die "Füllung", die den Raum des zuvor erkrankten Zahngewebes bzw. darin enthaltener Poren oder Kavitäten wenigstens teilweise und vorzugsweise im Bereich der Kavitätenränder einnimmt, aus einem Mehrphasen-Gradientenmaterial umfassend teil-  
30 weise erhaltene Bestandteile der Zahnhartgewebe, in diese reinfiltrierte Materialien, und Kavitationen verschließende Materialien, z.B. gefüllte Kunststoffe.

Das Prinzip der Reinfiltration und der Wiederauffüllung  
35 des Defektes mit wenigstens für die Zeit der Einbringung

in das Defektvolumen über den Arbeitskanal plastisch verformbarem Material, ggf. unter zusätzlicher Verwendung eines konfektionierten Präzisionspaßkörpers, welcher gemäß der bekannten Form des Arbeitskanales (vorgegeben durch den Bohrer zum Erzeugen desselben) z.B. aus Kunststoff oder Keramik oder Metall gefertigt ist, erfolgt durch Einspeisen einer aushärtbaren Flüssigkeit in den Arbeitskanal 32. Das hierzu verwendete Behandlungsgerät kann gleich oder ähnlich ausgebildet sein, wie die in den Figuren 4 und 5 gezeigten Geräte, wobei ggf. diejenigen Geräteteile weggelassen werden können, die der Bestimmung von Stärke und Abmessung der Läsion dienen.

In Figur 19 ist ein Exkavationsgerät wiedergegeben, das dazu dient, einen durch einen Bohrer erzeugten Arbeitskanal 32 im Bereich einer durch Remineralisierung nicht mehr heilbaren Läsion radial aufzuweiten. Das insgesamt mit 246 bezeichnete Exkavationswerkzeug hat einen hohlzylindrischen Werkzeugschaft 248, an dessen Ende ein rinnenförmiges Schneidwerkzeug über ein Gelenk 252 verschwenkbar angebracht ist. Das Schneidwerkzeug hat grob gesprochen die Form einer halbzyklindrischen Rinne, die an ihren Längsrändern mit einer Schneidkante 254 versehen ist. Das Schneidwerkzeug 250 stellt in der in Figur 19 gezeigten Ruhestellung eine Verlängerung der unteren Hälfte des Werkzeugschaftes 248 dar und ist durch eine angelenkte Betätigungsstange 256 aus dem lichten Profil des Werkzeugschaftes 248 herausklappbar. Eine derartige herausgeklappte Stellung des Schneidwerkzeuges 250 ist in Figur 19 durch gestrichelte Linien dargestellt.

Dreht man den Werkzeugschaft 248 bei zunehmend aus der Ruhestellung herausgeklapptem Schneidwerkzeug 250, so räumt die Schneidkante 254 Gewebe um den Arbeitskanal 32 herum aus. Durch gleichzeitiges axiales Verschieben und

Drehen des Exkavationswerkzeuges 246 kann man Rücksprünge in dem dem Arbeitskanal 32 benachbarten Gewebe erzeugen, die zylindrische oder kugelförmige oder sonstige rotations-symmetrische Gestalt haben. Auf diese Weise kann man dem  
05 Arbeitskanal 32 benachbarte, stark geschädigte Gewebebereiche entfernen.

In Figur 20 ist ein abgewandeltes Exkavationswerkzeug 246 wiedergegeben, bei welchem der Werkzeugschaft 248  
10 mit einem abgewinkelten Schnitt 258 versehen ist, so daß man einen in Umfangsrichtung gekrümmten Wandabschnitt 260 erhält. Dieser ist bei seinem freien Ende wiederum mit einer Schneidkante 254 versehen. Der Wandabschnitt 260 ist mit einer radial nach innen eingepprägten Rampen-  
15 fläche 262 versehen, die mit einer drehbar im Inneren des Endes des Werkzeugschaftes 248 angeordneten Nockenscheibe 264 zusammenarbeitet. An letzterer ist eine Stellwelle 266 befestigt. Vorzugsweise sind im Ende des Werkzeugschaftes 248 zwei Wandabschnitte 260 symmetrisch  
20 zur Schaftachse vorgesehen, die durch die Nockenscheibe 264 beide gleichsinnig betätigt werden.

In einer Ruhekonfiguration liegen die Wandabschnitte 260 wieder in der lichten Kontur des Werkzeugschaftes 248,  
25 und durch Drehen der Stellwelle 266 können sie progressiv über die Außenkontur des Werkzeugschaftes 248 ausgefahren werden. Durch Drehen des Werkzeugschaftes 248, Verstellen der Nockenscheibe 264 und ggf. axiales Verlagern des Werkzeugschaftes 248 können wieder den Arbeitskanal 32 umgebende Gewebebereiche ausgeräumt werden.  
30

Bei einem weiter abgewandelten Exkavationswerkzeug, wie es in Figur 21 bei 246 dargestellt ist, ist durch den Werkzeugschaft 248 ein verformbarer Schlauchkörper 268  
35 hindurchgeführt. Dieser ist mit einer Druckmittelquelle

- 270 verbunden, wie in Figur 21 schematisch angedeutet.  
Der Schlauchkörper 268 steht in axialer Richtung über  
den Werkzeugschaft 248 über und trägt in diesem Bereich  
eine Frässchicht 272, die z.B. durch ein Gelege aus scharfe  
05 Längskanten aufweisenden Metallspänen sein kann. Alternativ  
kann die Frässchicht aus einem Rippenstreckmetallmaterial  
bestehen oder eine Schicht aus geometrisch unregelmäßig  
ausgebildete Schneiden vorgebenden Partikeln, z.B. Indus-  
triediamanten, aufweisen.
- 10 Eine Frässchicht, die aus einem Gelege aus Metallspänen  
oder aus einem Metallgitter wie Rippenstrickmetall be-  
steht, kann auch zusätzlich noch Partikel enthalten,  
die unregelmäßige Schneiden vorgeben.
- 15 Ferner kann das Gelege aus Metallspänen auch so ausgebil-  
det sein, daß es nach Expansion in der Läsion im Sinne  
einer Igelstruktur radiale Porositäten in das benachbarte  
Gewebematerial der Läsion eindrückt, durch welche später  
20 Behandlungsmaterialien auch in weiter von der Kavitäten-  
oberfläche entfernte Gewebevolumina hinter bzw. unterhalb  
der Wandflächen der Kavitation, also in die Oberflächen-  
randstrukturen eindiffundieren können.
- 25 Anstelle des oben beschriebenen Schlauchkörpers kann  
auch wenigstens das Ende des Werkzeugschaftes als Rohr  
aus einem Metall, z.B. aus Nitinol (Nickel/Titan-Legierung)  
ausgebildet sein.
- 30 Nitinol hat die Eigenschaft, daß aus ihm gefertigte  
Werkzeuge ihre Gestalt mit Temperaturänderungen ändern  
(thermisch induzierte Expansion). Man kann somit ein vor-  
gekühltes und damit kollabiertes Instrument in den Arbeits-  
kanal einführen, wo es dann durch Erwärmung expandiert  
35 wird und seine geometrisch definierten Schneiden oder auf

ihm angebrachte nicht geometrisch definierte Schneiden (z.B. Schneidkanten von Diamantbesatz) entfaltet. Das Wiederherausziehen des Werkzeuges aus dem Arbeitskanal nach Durchführung der Arbeit kann unter mechanischem Zusammen-  
05 drücken des Arbeitsabschnittes durch Zusammenarbeiten mit der Wand des Arbeitskanales erfolgen. Ein solches Kollabieren kann durch die Formgebung des Werkzeuges, z.B. eine kegelstumpfförmige Anlauffläche des Arbeitsabschnittes zum Schaftabschnitt hin, erleichtert werden. Gegebenenfalls  
10 kann auch durch Wiederabkühlen das Werkzeug wieder kollabiert werden.

Der Schlauchkörper 268 kann auch aus einem elastisch oder plastisch verformbaren Material bestehen, z.B. Gummi, einem  
15 elastomeren Kunststoffmaterial, oder auch einem weichen Metallmaterial. Im letztgenannten Falle wird das durch die Druckbeaufschlagung aufgeweitete Metallmaterial beim Herausziehen des Werkzeuges aus dem Arbeitskanal wieder plastisch in radialer Einwärtsrichtung verformt, wenn  
20 der aufgeweitete Abschnitt des Schlauchkörpers 268 wieder aus der erzeugten Kavität in den Arbeitskanal 32 zurückgezogen wird.

Figur 22 zeigt eine abgewandelte Dichtstelle zwischen  
25 einem Arbeitsabschnitt 42 eines Diagnose- oder Behandlungsgerätes und einem in einem Zahn erzeugten Arbeitskanal 32. Der Arbeitsabschnitt 42 ist an seinem vom freien Ende abgelegenen Ende durch eine kegelförmige Dichtschulter 274 begrenzt. Auf den Arbeitsabschnitt 42 ist ein zylindrisches Dichtelement 276 aufgeschoben, welches durch ein  
30 Stück Silikon Schlauch gebildet sein kann. Beim axialen Hineinbewegen des Arbeitsabschnittes 42 in den Arbeitskanal 32 kommt die in Figur 22 rechts gelegene Stirnfläche des Dichtelementes 276 in Anlage an die Oberfläche des  
35 Zahnes 10, der in Figur 21 gestrichelt angedeutet ist.

Beim weiteren Einschieben des Arbeitsabschnittes 42 wird das Dichtelement 276 auf dem Arbeitsabschnitt 42 in Figur 22 nach links bewegt und sein von der Zahnoberfläche abgelegener Endabschnitt gleitet unter radialer Aufweitung auf die kegelförmige Dichtschulter 274, wie aus Figur 22 ersichtlich.

In Figur 23 ist ein Ultraschall-Bohrgerät insgesamt mit 278 bezeichnet, welches ebenfalls dazu dient, in einem Zahn einen kleinen Durchmesser aufweisenden Arbeitskanal zu erzeugen.

In einem griffähnlichen Gehäuse 280 ist ein Ultraschall-generator 282 angeordnet, der über einen Resonanz-Umlenk-ring 284 auf ein hohlzylindrisches Werkzeug 286 arbeitet.

Dem Innenraum des Werkzeuges 286 wird von einer Druckflasche 288 her ein abrasives Arbeitsmedium zugeführt, welches z.B. eine wässrige Suspension abrasiver Schleifpartikel sein kann, wie sie weiter oben als ein Beispiel für eine Behandlungsflüssigkeit erläutert wurde. Dieses Arbeitsmedium tritt durch das offene Ende des Werkzeuges aus.

Das in Figur 23 gezeigte Bohrgerät 278 erzeugt einen gut maßhaltigen Arbeitskanal 32 unter Vermeidung zusätzlicher mechanischer Gewebeschädigung in der Umgebung des Arbeitskanales 32. Auch können dadurch nicht rotationssymmetrische Arbeitskanäle erzeugt werden.

Figuren 24 und 25 zeigen ein weiter abgewandeltes insgesamt mit 290 bezeichnetes Exkavationswerkzeug. Es ist aus einem zylindrischen Rohrstück aus Nitinol (Nickel/Titan-Material) hergestellt, welches in einem in Figur 24 links gelegenen Abschnitt unverändert ist und einen Werkzeugschaft 292

vorgibt, während ein vorderer Arbeitsabschnitt 294 mit einem zwei um  $180^{\circ}$  versetzten wendelförmigen Schlitzten versehen wurde. Die zwischen diesen Schlitzten verbleibenden wendelförmigen Bänder 296, 298 sind am Ende längs einer Mantellinie abgeschnitten und angeschärft, so daß man dort jeweils eine axiale Schneide 300 erhält.

Wird das in Figur 24 gezeigte Exkavationswerkzeug 290 vom Werkzeugschaft her gesehen entgegen dem Uhrzeigersinne gedreht, so laufen die Schneideenden der Bänder 296, 298 ohne größeren Widerstand über die Wand eines zuvor erzeugten Arbeitskanales. Dreht man das Exkavationswerkzeug 290 in entgegengesetzter Richtung, so werden die Bänder 296, 298 durch die Reibungskräfte und Eingriff der jeweiligen Schneide 300 mit Gewebematerial in radialer Richtung aufgeweitet. Die Schneiden 300 lösen dann Gewebeteile von der Wand des Arbeitskanales ab. Durch kontinuierliches Drehen kann man mit dem in Figur 24 gezeigten Exkavationswerkzeug 290 vom Arbeitskanal zurückspringende rotations-symmetrische Ausräumungen vornehmen.

Schlitzt man das Nitinol-Rohr nur einmal, so daß nur ein wendelförmiges Band erhalten wird, das am freien Ende wie oben beschrieben eine Schneide aufweist, so kann man durch pendelnde Bewegung des Exkavationswerkzeuges vom Arbeitskanal einseitig zurückspringende Gewebebereiche ausräumen.

In den Figuren 26 bis 29 sind Druckverlaufskurven wiedergegeben, wie sie an unterschiedlich stark geschädigten Zähnen in zum kranken Gewebebereich führenden Arbeitskanälen gemessen wurden. Man erkennt aus den verschiedenen Meßdiagrammen, daß sich wenig geschädigte Zahnhartgewebe, mäßig geschädigte und möglicherweise noch durch Remineralisierung heilbare Zahnhartgewebe und stark

geschädigte und nur noch durch Füllung behandelbare  
Zahnhartgewebe deutlich im Druckverlauf unterscheiden.

Das in Figur 30 dargestellte Arbeitsgerät kann gleich-  
05 zeitig zum Bohren eines Arbeitskanales, zu Diagnose-  
und ggf. zur Behandlung verwendet werden.

Der Arbeitsabschnitt 42 umfaßt ein außenliegendes rohr-  
förmiges Bohrwerkzeug 42a, welches mechanisch an einen  
10 Ultraschallschwinger 302 angekoppelt ist, der durch  
eine Versorgungseinheit 304 gespeist wird. Innerhalb  
des rohrförmigen Bohrwerkzeuges 42a ist ein Leitrohr  
42b angeordnet. Dieses begrenzt zusammen mit dem Bohr-  
werkzeug 42a einen Ringraum, der mit einer steuerbaren  
15 Schleifmittelquelle 306 verbunden ist, die einen Vor-  
ratsbehälter und eine Pumpe für Schleifmittel enthal-  
tende Arbeitsflüssigkeit umfassen kann.

Die Schleifmittelflüssigkeit kann durch die Ringfläche  
20 zwischen Bohrwerkzeug 42a und Leitrohr 42b und zusätz-  
lich über in der Mantelfläche des Bohrwerkzeuges 42a  
vorgesehene Öffnungen 308 austreten.

Das Innere des Leitrohres 42b ist über das Magnetventil  
25 62 und das Magnetventil 72 mit der Saugpumpe 80 verbind-  
bar, um verbrauchte Schleifmittel enthaltende Arbeits-  
flüssigkeit abzuziehen.

Man erkennt, daß man mit dem in Figur 30 gezeigten Gerät  
30 durch Ultraschalleinwirkung (unterstützt durch Schleif-  
mittel) wohldefinierte Arbeitskanäle in einem Zahn er-  
zeugen kann, gleichzeitig aber das Gerät auch laufend  
zu Diagnosezwecken und nach Abschluß der Diagnose auch  
zur Behandlung verwenden kann.



In Abwandlung kann man das Leitrohr 42b ebenfalls an den Ultraschallschwinger 302 oder einen gesonderten Ultraschallschwinger (nicht gezeigt) ankoppeln, um das Fördern von viskosen und/oder Partikel enthaltenden Medien durch das dünne Leitrohr selbst und/oder durch den Ringraum zwischen Bohrwerkzeug 42a und Leitrohr 42b zu begünstigen.

Obenstehend wurden bei der Beschreibung der Diagnosemedien und der Behandlungsmedien nur diejenigen Bestandteile detailliert erläutert, welche für die Funktion in besonderer Weise wichtig sind. Es versteht sich, daß man darüber hinaus die Diagnosemedien und die Behandlungsmedien zusätzlich bezüglich ihrer hydrophoben/hydrophilen Eigenschaften durch entsprechende Zusätze einstellen kann und insbesondere auch bezüglich ihrer Viskosität einstellen kann. Entsprechend inerte Verdickungsmittel sind dem Fachmann bekannt.

Obenstehend wurde die Erfindung aus der Sicht der Medizintechnik erläutert. Aus der Sicht des Arztes stellt sie sich wie folgt dar:

Prädilektionsstellen für Initialkariesläsionen sind das okklusale Fissurenrelief, der Zahnhalsbereich sowie die Approximalflächen (Zahnoberflächen im Kontaktbereich zu Nachbarzähnen) von Zähnen. Im Vergleich zu den ersten beiden Prädilektionsstellen, die der klinischen Inspektion durch den Zahnarzt direkt zugänglich sind, können Approximalkariesläsionen optisch (Auge) und taktil (Sonde) in der Regel nicht oder nur bei bereits sehr großer Ausdehnung diagnostiziert werden. Üblicherweise bedingt deren Diagnostik intraorale Röntgenmundfilmaufnahmen der betroffenen Zähne.

Die Auswertung von Röntgenaufnahmen im Hinblick auf

eindeutige Diagnosefindungen oder auf reproduzierbare Therapieentscheidungen bei Approximalkariesläsionen ist insbesondere bei kleineren oder mittleren Läsionen aufgrund der Ausdehnung und der Struktur der Karies, welche durch den Aufbau der Zähne und die Struktur der Zahnhartgewebe sowie die Form des Approximalbereiches determiniert ist, sehr eingeschränkt: Die Zahnschmelzkappe besteht zu über 90 Vol.% aus mineralischem Kalziumphosphat oder Apatit, einem kleinen Teil von direkt an die Kristalle gebundenem Wasser sowie einem sehr kleinen Teil <2 Vol.% an organischem Gewebe. Im Approximalbereich, an der Kariesprädispositionsstelle unterhalb des Zahnäquators ist diese ca. 1,0 mm bis 1,5 mm dick. Daran ins Innere des Zahnes angrenzend besteht der Zahn aus Zahnbein (Dentin), welches zu ca. 45 Vol.% aus mineralischem Material, zu ca. 30 Vol.% aus organischem Gewebe und zu ca. 25 Vol.% aus vorwiegend in radiärer Richtung verlaufenden Dentinkanälchen enthaltenem Wasser aufgebaut ist.

Bei der röntgenologischen Durchstrahlung eines Zahnes von bukkal (Röntgenstrahlenquelle) nach oral (Filmebene) sind die Absorptionsstrecken für die Strahlenenergie von einer tangentialen Punktaborption bis hin zur Durchstrahlung einer maximalen Strecke im Bereich der Zahnmitte unterschiedlich lang. Soweit Dentinbereiche durchstrahlt werden, wird auch der Zahnschmelzmantel mit mehr als doppelt so hohem Anteil an hoch absorbierendem mineralischem Material doppelt (sowohl in den zur Strahlenquelle wie zum Film gerichteten Zahnvolumina) durchstrahlt.

Für eine zur Zahnmitte hin gerichtete, unterhalb des Approximalkontaktes lokalisierte Karies bedeutet dies folgendes: Sind ausschließlich Schmelzvolumina von der

Karies betroffen, so ist der mineralische Anteil des kariös veränderten Zahnschmelzvolumens gegenüber dem benachbarten, gesunden Zahnschmelzvolumen reduziert, jedoch nicht auf Null, da aufgrund der prismenartigen Schmelzstruktur sonst zuvor das Dentin erreicht sein müßte. Bei einer solchen Initialkaries ist die Schmelzoberfläche aufgrund ihrer geringeren Löslichkeit sehr lange im Sinne einer durchlässigen Membran intakt, worunter Zonen höherer Entkalkung, jedoch mit reversibel veränderter Struktur vorhanden sind. Im Röntgenbild, in dem eine Überlagerung der Absorptionseffekte entlang der gesamten Absorptionsstrecken (Abbildung der bukkoralen dritten Ebene auf ein zweidimensionales Röntgenbild) stattfindet, sind die Absorptionsunterschiede, welche durch die sehr stark unterschiedlichen Absorptionsstrecken bedingt sind, in den meisten Fällen gegenüber denjenigen, welche auf den lokalisiert, im Sinne einer Schmelzkaries, veränderten Mineralgehalten beruhen, dominant. Als Ergebnis dieses physikalischen Effektes können selektive Schmelzapproximalkariesläsionen in den seltensten Fällen röntgenologisch zuverlässig diagnostiziert werden.

Noch problematischer werden diese strukturell im gesunden Zahnaufbau begründeten Überstrahlungseffekte bei Dentinkariesläsionen, da gesundes Dentin einen Mineralgehalt in der Größenordnung von kariös verändertem Zahnschmelz aufweist, und die durch die Karies verursachten Mineralgradienten aufgrund des vergleichsweise geringen Gesamtmineralgehaltes von gesundem Dentin sowie der Überlagerung von bukkal und oral der Läsion lokalisierten gesunden Dentinanteilen und vor allem gesundem Zahnschmelz kaum röntgenologisch sichtbare Absorptionsunterschiede verursachen. Dies erklärt die klinische Erfahrung, daß in der Regel nur mittlere oder größere Dentinkariesläsio-

nen mit einer fraglichen Zuverlässigkeit röntgenologisch diagnostiziert werden können.

- 05 Aufgrund der o.g. Struktur einer Initialkaries, in der  
der Mineralgehalt im Sinne eines von den benachbarten  
gesunden Zahnhartgeweben zum Läsionsmittelpunkt gerich-  
teten, reduzierten Gradienten verändert ist, kann diese  
Läsion nach Elimination des bakterienbedingt sauren  
10 Mediums in der unmittelbaren Umgebung der betroffenen  
äußeren Zahnoberfläche remineralisieren und somit aus-  
heilen. Dies ist im Bereich der Prädilektionsstellen  
des okklusalen Fissurenreliefs und des Zahnhalses, auf-  
grund deren Zugänglichkeit und der für ein definiertes  
Läsionsvolumen vergleichsweise großen Oberfläche der-  
15 selben, relativ einfach. So wird das Belassen von kariö-  
sen Zahnhalsläsionen, weitgehend unabhängig von deren  
Flächenausdehnung, bei gleichzeitiger Anwendung moderner  
Prophylaxekonzepte in der modernen Literatur, überein-  
stimmend als Therapievariante der ersten Wahl diskutiert.  
20 Zahnhalsfüllungen sind demgegenüber ausgesprochen invasiv  
und von geringer Prognose gekennzeichnet - Indikationen  
für Zahnhalsfüllungen begründen sich zumeist alleine  
auf ästhetischen Ansprüchen.
- 25 Im Approximalbereich läßt sich die ursächliche Plaque  
jedoch nur schwer vollständig entfernen, andererseits  
können Fluoride, welche die Löslichkeit von mineralischem  
Zahnhartgewebe im sauren Milieu reduzieren und selbst  
bei pH-Werten unterhalb von pH 5,5 das physiologische  
30 De-/Remineralisationsgleichgewicht der Zahnhartgewebe  
mit dem Speichel zugunsten der Remineralisation ver-  
schieben, nicht in die Approximalbereiche oder gar in  
die Läsionsvolumina appliziert werden. Stagnationen  
oder Remineralisationen von Approximalläsionen sind  
35 daher im Vergleich zu Zahnhalsläsionen eher selten.

Im weiteren kann eine theoretisch angestrebte Remineralisation in den meisten Fällen klinisch, aufgrund der bereits bei der Diagnostik beschriebenen Limitationen der Zugänglichkeit des Approximalbereiches und  
05 der Röntgendiagnostik, nicht kontrolliert werden.

Aus diesen Gründen muß der Zahnarzt heute bei Verdacht auf eine Kariesläsion den Defekt durch Präparation einer Kavität durch die Okklusalfäche im Bereich der Randleiste  
10 eröffnen. Alleine zur Darstellung der etwa birnenförmig unterminierten, kariösen Läsion muß in den meisten Fällen mehr gesundes Zahnhartgewebe geopfert werden als das Volumen der eigentlichen Karies. Für den Therapieentscheid zugunsten der Präparation einer Zugangskavität hat der  
15 Zahnarzt kaum reproduzierbare Kriterien, in vielen Fällen wird er eine Läsion antreffen, die er möglicherweise noch hätte ohne Füllung remineralisieren können oder eine etablierte Kavität, welche ein viel größeres Volumen hat als nach der Röntgendiagnostik angenommen.

20 Bei der eigentlichen mechanischen Kariesentfernung ist das Kriterium des Zahnarztes bis heute die Oberflächenhärte, wobei diese selbst im gesunden Dentin inter- und intraindividuell sehr stark variieren kann und in  
25 kariös verändertem Dentin im Sinne einer dreidimensionalen Gradientenstruktur verändert ist. In fast allen Fällen bleibt nach klinischer "Kariesentfernung" histologisch Karies zurück, und es werden viele "kariöse" Bereiche entfernt, die der Grundstruktur des Dentins bei  
30 reduziertem mineralischem Gehalt ähnlich sind und sehrwahrscheinlich hätten remineralisieren können.

Der iatrogen geschaffene Defekt nach Darstellung und Entfernung einer Primärläsion wird üblicherweise auf-  
35 grund der notwendigen Entfernung unterminierter, bruch-

gefährdeter, jedoch gesunder Zahnschmelzareale im Bereich des Kavitätenrandes weiter extendiert. Darüber hinaus wird weiteres gesundes Dentin- und Schmelzvolumen entfernt, um die Limitationen der herkömmlichen und modernen Füllungsmaterialien oder deren Verarbeitungstechniken auszugleichen, z.B. im Hinblick auf einzuhaltende Mindestschichtstärken, geeignete Kavitätenrandwinkel, Elimination von Sollbruchstellen oder zur Realisation vorgegebener Einschubrichtungen laborgefertigter Restaurationen etc.

Gegen Ende dieses üblichen Vorgehens wurde ein Vielfaches des ursprünglichen Läsionsvolumens an gesunder Zahnhartsubstanz geopfert und diese mit Restaurationsmaterialien ersetzt, welche üblicherweise nur eine Haltbarkeit von einigen Jahre, selten einem Jahrzehnt, aufweisen. Ausgehend von Randimperfectionen kann es bei solchen Restaurationen nicht selten zu Sekundärkaries kommen, welche oft noch schwieriger zu diagnostizieren ist. Bei einer neuen Restauration wird aus Retentionsgründen meist noch mehr Volumen an gesunder Restzahnsubstanz geopfert als bei der Primärversorgung usw., bis kaum mehr gesunde Zahnhartsubstanz übrig ist oder die Zahnpulpa aufgrund der Präparationsmaßnahmen irreversibel geschädigt ist.

Entscheidend für die Diagnostik und ggf. Therapie einer Karies ist die Beurteilung deren Lokalisation und insbesondere Struktur, im wesentlichen im Hinblick auf den Grad der Demineralisation der betroffenen Zahnhartgewebe und der eventuellen Zerstörung organischer Gewebsanteile. Von wesentlicher Bedeutung ist die Beurteilung des Zustandes des "natürlichen Zuganges" (zur Zahnoberfläche durchlässig gewordenes Gewebe) zur Kariesläsion nach den o.g. Kriterien. Zielgröße hierbei ist die Penetrationsfähigkeit von wässrigen Flüssigkeiten durch

diesen Karieszugang, da hierdurch nach Speichelzutritt bzw. bakterieller Infektion die aktive Läsion unterhalten wird bzw. hierdurch eventuelle Remineralisationsvorgänge stattfinden müssen. Da sowohl die Demineralisations-  
05 als auch die Remineralisationsvorgänge auf Konzentrationsgefällebedingten Diffusionsvorgängen, vorwiegend durch die Kariesstrukturen bzw. die dadurch verursachten Hohlräume beruhen, werden erfindungsgemäß zur Diagnostik die Diffusionsgrößen und die Penetrationsfähigkeit der  
10 betroffenen Strukturen erfaßt. Dadurch kann zwischen vorwiegend reversiblen Demineralisationen mit geringem Anteil offener Porosität und weitgehend intakten Grundstrukturen oder irreversiblen Entmineralisationen bzw. Strukturänderungen mit Kavitationen differenziert werden,  
15 was einen wesentlichen Einfluß auf eine kausale erfindungsgemäße Therapie hat.

Bei klinisch oder röntgenologisch bestehendem Verdacht auf eine Approximalkaries oder zur Restauration gesicherter  
20 Kariesläsionen wird erfindungsgemäß ein zu dem "natürlichen" Karieszugang weiterer, iatrogener Zugang (Arbeitskanal) von etwa 0,6 mm bis 0,8 mm Querschnitt zur Läsion geschaffen. Dieser kann sich bis zum Zentrum oder bis in zugangsnaher oder zugangsferne Randgebiete des Defektes  
25 erstrecken. Die Läsion wird also durch den Arbeitskanal am Rand tangiert oder bis in zentrumnahe Bereiche oder durchgehend penetriert. Am günstigsten wird der Zugang so gelegt, daß die Strecke durch gesundes Zahnhartgewebe, von der Außenseite des Zahnes zum vermuteten Zentrum  
30 des Defektes, möglichst kurz gehalten wird.

Bewährt haben sich neben okklusalen Zugängen, beispielsweise ausgehend von einer Vertiefung im Fissurengrund des Kauflächenreliefs, Arbeitskanäle, die von der Oral-  
35 fläche der Zähne, im Seitenzahngebiet alternativ von

der Bukkalfläche der Zähne, selten von der Approximalfläche (approximal-zervikal) der Zähne, ihren Ursprung nehmen.

- 05 Diese Zugänge unterscheiden sich von herkömmlichen Zugangs-  
kavitäten dadurch, daß sie nicht den gesamten Approximal-  
kontaktbereich kastenförmig eröffnen oder, nicht ausgehend  
von der Okklusalfläche, durch die Randleiste erfolgen  
und vor allem nicht, wie bei herkömmlichen Präparationen  
10 oder auch sogenannten Tunnelpräparationen erforderlich,  
den "natürlichen Karieszugang" in die Präparation mit  
einbeziehen. Dieser "natürliche Karieszugang" wird also,  
zumindest vor hydrodynamischer Diagnostik und ggf.  
erfolgender Remineralisation, nicht mechanisch bearbeitet  
15 sondern bleibt dabei erfindungsgemäß unberührt.

- Die Arbeitskanäle können mit herkömmlichen rotierenden  
Diamant- oder Hartmetallinstrumenten gestaltet werden.  
Besonders eignen sich oszillierende Instrumente unter  
20 Zuhilfenahme eines abrasiven Schleifmediums, welches  
die Instrumente umspült. Es können volle oder hohle  
röhrenartige Präparationsinstrumente verwendet werden.  
Röhrenförmige Präparationsinstrumente lassen sich wesent-  
lich präziser führen und haben den weiteren Vorteil,  
25 daß Zahnmaterial im Zentrum des Rohres verbleibt und  
für diagnostische Beurteilungen außerhalb des Zahnes  
oder der Mundhöhle zugänglich ist. Beispielsweise kann  
dieses Material mit substratspezifischen oder bakterien-  
spezifischen Farblösungen angefärbt werden. Insbesondere  
30 eignet sich beispielsweise eine 0,5%ige basische Fuchsin-  
lösung in Propylenglycol zur spezifischen Anfärbung  
kariös veränderten Dentins. Es können jedoch auch Bak-  
terienkulturen aus den entnommenen Geweben angelegt  
werden, welche möglicherweise Anhaltspunkte für das  
35 generelle Kariesrisiko des Patienten ergeben, oder auch



histologische Untersuchungen vorgenommen werden. Diese Art der Probenentnahme erlaubt ferner erstmals ein Kariesmonitoring im Laufe der Recallbehandlungen von hoher Sensitivität und hoher Spezifität.

05

Die Positionierung des Präparationsinstrumentes ergibt sich aus der Winkelstellung von dessen Längsachse zur betroffenen Zahnform und dem vermuteten Mittelpunkt der Läsion. Die Penetrationstiefe in bucco-oraler oder labio-oraler Richtung ergibt sich ebenfalls aus dem vermuteten Mittelpunkt und der vermuteten Ausdehnung der Läsion, wobei zur Orientierung die Lage des Approximalkontaktes, unterhalb dessen die Prädilektionsstelle und der "natürliche" Karieszugang liegen, herangezogen werden. Diese Relation zwischen klinisch sichtbarem Approximalkontakt und "natürlichem" Karieszugang wird auch zur zervikal-okklusalen Abschätzung der Lagebeziehungen zwischen dem zur Präparation der iatrogenen Zugangskavität verwendeten Instrument und der Zahnoberfläche herangezogen. Zur Vereinfachung der bucco-oralen oder labio-oralen Abschätzung der Penetrationstiefe wird am Handstück, welches das Präparationsinstrument trägt, eine okklusal über die Zahnkrone reichend oder auf Kontakt zur Zahnaußenfläche justierbare, zum Präparationsinstrument etwa längsparallel verstellbare Tiefenlehre angebracht. Die Befestigung der Tiefenlehre am Präparationshandstück erfolgt vorteilhaft durch Aufstecken eines etwa drehbaren, vorzugsweise etwa oval gestalteten, Halteringes auf den Kopf des Handstückes. Die Penetrationstiefe kann danach als Differenz der über die Tiefenlehre, in Relation zu einem markanten Punkt der Zahnkontur, abzulesenden oder in Kontaktbeziehung voreingestellten Wegstrecken, nach Aufsetzen des Präparationsinstrumentes an die Zahnaußenfläche und jedem beliebigen Punkt der Penetration, erfaßt wer-

35

den. In kritischen Fällen können auch zur Zahnlongsachse oder zu einer senkrecht zum Zahnbogen verlaufenden, bucco-oralen Ebene exzentrische Röntgenaufnahmen, vorzugsweise mit im Defekt justiertem röntgenopakem Präparationsinstrument oder analogen Instrumentenlehren, gefertigt werden, was zur Evaluation der Lagebeziehung mit verwendet werden kann. In den meisten Fällen kann die Position des Instrumentes während der Präparation sehr einfach im Durchlicht abgeschätzt werden.

Die Untersuchung des somit gestalteten Arbeitskanales oder über diesen der Läsion kann auf unterschiedlichste Weise erfolgen. Es können die iatrogene Zugangskavität (Arbeitskanal), der "natürliche Karieszugang", eventuelle kariesbedingte Hohlräume oder etwa Restaurationsrandbereiche, mit einer in den Zugang einbringbaren licht- und/oder videokanaltragenden Optik, inspiziert werden, wobei diese endoskopartige Videooptik sowohl starr als auch elastisch sein kann. Vorzugsweise eignen sich linsentragende optische Systeme, welche einen möglichst breiten Beurteilungswinkel, bezogen auf die Longsachse des eingebrachten Optikanteiles, erlauben. Es können aber via Arbeitskanal in den Defekt auch Substrate eingebracht werden, die bestimmte Gewebezustände (z.B. Karies oder destruierte Kollagenfasern) oder Bakterien oder Hohlräume oder bestimmte Gewebsstrukturen selektiv markieren oder für bestimmte Funktionszustände dieser Strukturen, z.B. im Hinblick auf die Diffusionsfähigkeit oder die Bakterienvitalität oder bezüglich Stoffwechselleistungen oder Gewebevitalität bzw. -mortalität, spezifische Marker sind. Solche Substrate können beispielsweise Farbstoffe oder Röntgenkontrastmittel oder Ultraschallkontrastmittel oder Infrarot- oder Ultraviolett-kontrastmittel oder lichtwellenlängenspezifische Kontrastmittel oder Fluoreszenzsubstrate oder deren Vorstufen (welche durch Stoff-

wechselleistung der Bakterien zu Fluoreszenzfarbstoffen werden) oder Kontrastmittel zur Eigenfrequenzanalyse oder Radionukleide etc. sein. Diese können auch identisch mit einem in diese Kavität einzubringenden provisorischen oder definitiven Füllstoff oder einem anderen Therapeutikum oder Diagnostikum sein oder in diesem enthalten sein. Hierdurch können die Nachteile der eingangs beschriebenen Röntgenuntersuchung im Hinblick auf das Absorptionsverhalten kariös veränderten Zahnhartgewebes teilweise oder weitgehend kompensiert werden, oder es sind metrische Auswertungen möglich, oder es sind Zuordnungen zu Strukturmerkmalen, z.B. Porositäten, möglich, oder es sind je nach Ausgestaltung selektiver, z.B. hydrophiler oder hydrophober Trägersubstanzen für diese Substrate, die Differenzierung von Strukturmerkmalen oder Funktionszuständen möglich, oder es können Schichtaufnahmen des Defektes erfolgen, oder es können Aufnahmen in unüblichen, z.B. senkrecht zur Zahnlongsachse, angeordneten, okklusal-zervikalen (Quer-)Ebenen erfolgen, oder es können andere diagnostische Verfahren eingesetzt werden. Ganz besonders vorteilhaft ist dabei der mögliche Verzicht auf Röntgenstrahlen, z.B. zugunsten von Durchleuchtungen mit sichtbarem Licht, ultraviolettem Licht, infrarotem Licht oder Laserlicht. In einer weiteren Abwandlung werden aus diesem Licht auf die Markersubstrate oder deren Stoffwechselprodukte (z.B. durch Bakterienstoffwechsel) abgestimmte Lichtfrequenzfilter und/oder korrelierende Beobachtungsfilter verwendet. Dadurch können vergleichsweise lichtschwache Licht- oder Fluoreszenzeffekte für den Beobachter leichter erkennbar werden. Je nach Füllmenge der standardisierten iatrogenen Zugangskavität und der Läsion können in vielen Fällen auch die Größe oder Struktur des Defektes näher bestimmt werden.

- Die obenstehenden Substrate können, gleichzeitig mit dem innerhalb des Kavitätenvolumens teilweise sauren Milieu, im Sinne einer Säure-Base-Reaktion reagieren, dieses Milieu etwa neutralisieren und dadurch die Voraussetzung für die Progredienz einer Karies zeitweise einschränken und/oder ein die Porositäten oder teilweise die Kavitäten oder insbesondere die Diffusionsquerschnitte verlegendes Salz ausbilden.
- 10 Weiterhin können etwa gewebespezifische oder strukturspezifische oder oberflächenspezifische oder stoffwechselspezifische oder bakterienspezifische Substrate so ausgewählt werden, daß sie bevorzugt an diesen Geweben, Strukturen, Oberflächen oder Bakterien anhaften oder
- 15 in diesen akkumuliert werden. Durch geeignete Auswahl dieser Substrate, gemäß dem gewünschten Effekt bzw. der gewünschten An- bzw. Einlagerung oder durch chemische Verbindung dieser Substrate mit osmotisch oder chemisch wirksamen Substanzen bzw. selektiv energieabsorbierenden Substanzen, können diese Gewebe, Strukturen, Oberflächen oder Bakterien markiert und z.B. durch osmosebedingt akkumuliertes Wasser (Zerplatzen von Bakterien) oder durch chemische Reaktion mit einem via Arbeitskanal eingebrachten Reagenz (z.B. durch spezifisch induzierte
- 20 Gasbildung innerhalb von Bakterien) oder durch selektive Energieabsorption, beispielsweise von energiereicher Strahlung (z.B. Licht) oder mechanischer (z.B. Ultraschallschwingungen), thermischen etc. Energie, vorzugsweise selektiv zerstört werden.
- 30 Selbstverständlich können derartige Substrate auch zur Initialdiagnostik eines noch nicht mit einem Arbeitskanal versehenen Zahnes eingesetzt werden, um etwa zusätzlich zu einer herkömmlichen klinischen oder röntgenologischen Diagnostik, die Integrität einer fraglich
- 35

kariösen approximalen Zahnoberfläche und die etwaige Notwendigkeit einer weiterführenden Diagnostik via eines Arbeitskanales, abzuklären.

- 05 Auch kann die Sensibilität (Reaktion auf thermische Reize) oder die Vitalität der Kronenpulpa (z.B. Laser-dopplerinterferometrie) und ggf. bei mehrwurzligen Zähnen, der Wurzelpulpa, mittels einem oder mehrerer Arbeitskanäle, durch die verringerte Zahnhartsubstanzschichtstärke  
10 zwischen den internen Oberflächen des Arbeitskanales und dem Pulpenkavum, genauer erfaßt werden. Mehrere Arbeitskanäle zu einer vermuteten Läsion sind auch aus jedem anderen Grund als zur Bestimmung der Pulpasensibilität oder Vitalität, zum Beispiel aus Gründen einer  
15 einfacheren Diagnostik, günstigeren Remineralisation oder einfacheren Reinfiltration, möglich.

- Weitere diagnostische Anhaltspunkte ergeben sich durch die erstmals mögliche elektrische Widerstandsmessung  
20 zwischen der Approximalläsion und einer Hautelektrode. Die durch den Arbeitskanal schrittweise vorgeschobene Meßsonde hat einen röhrenartigen Querschnitt mit zentraler, stetig allseitig luftumspülter, Meßsonde. Diese bislang auf den Fissurenbereich beschränkte Methode  
25 ist ausgesprochen sensitiv und liefert erstmals für die Kariesverlaufsdiagnose verwendbare reproduzierbare Meßwerte, auf welchen ein zuverlässiger Therapieentscheid begründet werden kann.

- 30 Die höchste Sensitivität und Spezifität in der differenzierenden Diagnostik oder Verlaufsdiagnostik von Approximalkariesläsionen wird jedoch durch das erfindungsgemäße "hydrodynamische Diagnoseverfahren" erreicht:

- 35 Wie obenstehend ausgeführt, kann zwischen vorwiegend

reversiblen Demineralisationen mit geringem Anteil offener Porosität und weitgehend intakten Grundstrukturen oder irreversiblen Entmineralisationen bzw. Strukturänderungen mit Kavitationen differenziert werden, indem

05 ein etwa röhrenförmiger Tubus in den Arbeitskanal eingeführt und, z.B. durch Einklemmen eines Silikonschlauchabschnittes zwischen die äußere Zahnoberfläche und dem beispielsweise außerhalb des Zugangs divergenten konischen Tubus, abgedichtet wird, oder der Tubus vorzugsweise

10 über Dichtlippen von außen auf oder über den iatrogenen Zugang aufgesetzt wird. Dieser Tubus ist vorzugsweise ein auswechselbarer Bestandteil eines Handstückes und ist in einem von  $0^\circ$  bzw.  $180^\circ$  verschiedenen Winkel, besonders bewährt ca.  $60^\circ$ , zur Handstücklängsachse

15 geneigt. Es können auch plastisch oder elastisch wenigstens teilweise verformbare Tuben verwendet werden. Über die Zuleitungen im Handstück bzw. die zugehörnde Infrastruktur des Gerätes wird nun eine Flüssigkeit, ein Gel oder eine Paste oder ein Gas, via Zugang in

20 den Defekt, eingebracht und in Abhängigkeit von den vorhandenen Strukturen sowie den Strukturen im Bereich des "natürlichen Zuganges" ggf. unter Druck gesetzt, was durch Einsatz geeigneter Drucksensoren und computergestützter Datenauswertung meßbar ist. Andererseits

25 kann auch ein definiertes geschlossenes Vakuum über den Tubus angebracht werden und der zeitliche Verlauf eines effektiv erzeugten Vakuums gemessen werden. Dieses geschlossene Vakuum wird in seiner Höhe durch die potentielle Gefahr einer Aspiration von Odontoblasten

30 an der Innenseite der Prädentinschicht im Pulpenkavum in die begrenzenden Dentinkanälchen limitiert. Diese maximale Vakuumgrößen variieren stark, je nach Zustand und Struktur des Dentins sowie der kaum meßbaren Dentinschichtstärke zwischen Läsion und darunter liegendem

35 Pulpenhohlraum. Es haben sich maximale Druckabsenkungen

<800 mbar, besonders <300 mbar, besonders <100 mbar bewährt.

- Es kommt nur dann zu einem signifikanten Aufbau eines
- 05 Druck- oder Vakuumgradienten, bzw. die Füllmenge ist nur dann limitiert, wenn der "natürliche" Karieszugang keinen wesentlichen Struktureinbruch aufweist. Solche Läsionen können nach Reinigung der Zahnoberflächen, ggf. Desinfektion des Arbeitskanales bzw. ggf. von Läsions-
- 10 anteilten und z.B. durch Unterstützung mittels Fluoridapplikation oder unter Anwendung von durch Zusätze von Kalzium oder Phosphaten modifizierten Fluoridpräparaten, induziert stagnieren oder induziert remineralisieren.
- 15 Alternativ dazu kann das Röhrchen, etwa ein Metallröhrchen oder ein Kunststoffröhrchen oder ein Glasröhrchen oder ein Keramikröhrchen oder ein Röhrchen aus einem beliebigen anderen Material, z.B. einer Polymerkeramik oder ein nicht kreisrundes röhrenartiges Gebilde aus diesen
- 20 Materialien, dauerhaft in den iatrogenen Zugang etwa eingeklebt oder einzementiert werden, was die angeschliffenen Zahnflächen versiegelt und die Fugebereiche abdichtet. Weiterhin vereinfacht die definierbare Eingangsgeometrie dieses etwa röhrenartigen, in den Zahn eingekleb-
- 25 ten Gebildes, ggf. unter Zuhilfenahme eines etwaigen konfektionierten Dichtringes, den dichten Anschluß des Füllröhrchens oder ähnlichem des Handstücks. Wichtig ist, daß in diesem Fall eine lösbare aber dichte Verbindung zwischen dem in den Zahn eingeklebten Gebilde
- 30 und dem am Handstück befestigten Gebilde hergestellt werden kann (Dichtring, übergestülpter Schlauch, Dichtlippe etc.).

- Die eingebrachten Flüssigkeiten sind nicht komprimier-
- 35 bar und sehr einfach bezüglich Hydrophobie (z.B. Silikonöl)

oder Hydrophilie (z.B. Wasser) einstellbar bzw. vorauswählbar. Auch können Lösungen, Suspensionen, Emulsionen oder Dispersionen bis hin zu partikelgefüllten (z.B. wässrige feinstdisperse thixotrope Siliziumdioxid- oder Aluminiumoxiddispersionen) oder nichtpartikelgefüllten Gelen hergestellt werden, welche ebenfalls in die Kavität eingebracht werden können. Unter variierenden positiven Druckverhältnissen wird ein ggf. eintretender Überdruckaufbau (0,1 bis 8 bar, bevorzugt 0,1 bis 5 bar) gemessen und/oder eine definierte Durchflußmenge bei o.g. Druckbeaufschlagung gemessen und/oder ein Durchtritt durch den natürlichen kariösen Zugang, ggf. unter Zuhilfenahme der o.g. Markersubstrate, z.B. Farbstoffe etc. registriert. Eine induzierte Remineralisation kann versucht werden, bei, via Arbeitskanal, z.B. unter Verwendung wässriger Lösungen, aufbaubaren positiven Druckänderungen >2bar oder bei einem Leakage dieser wässrigen Lösungen, durch den "natürlichen" Karieszugang von weniger als 0,1 mm/20 s (bei +2 bar Druckdifferenz) oder bei ausgeschlossenem sichtbarem Leakage der Markersubstrate oder deren Trägermaterialien durch den "natürlichen" Karieszugang, z.B. in den Approximalraum. Diese Substrate oder Farbstoffe können gleichzeitig Adhäsive (z.B. carboxylgruppenhaltige Lösungen, modifizierte Polyacrylsäurelösungen, Lösungsgemische beinhaltende Acrylatmono- oder Polymere oder Lösungsmittel-(z.B. aceton-)haltige Acrylatmonomerlösungen oder -polymerlösungen etc.) oder Ätzlösungen (z.B. organische oder anorganische Säurelösungen) oder desinfizierende Lösungen (z.B. Chlorhexidinlösungen) oder säureneutralisierende Lösungen sein, welche das Dentin oder den Schmelz gleichzeitig im Sinne einer chemischen Umstrukturierung der Gewebeoberflächen konditionieren.

Praktisch hat es sich bewährt, das Füllröhrchen nicht



bis auf den Boden des iatrogenen Zugangs aufzusetzen  
oder seine Öffnung nicht nur frontal oder lateral aus-  
zugestalten sondern beide Öffnungen zu kombinieren oder  
schräge frontale Öffnungen im Hinblick auf die Röhren-  
05 längsachse zu gestalten.

Alternativ zu den Druckgradienten kann auch die Durch-  
flußmenge bei eingepprägtem Druck untersucht werden (Wan-  
dern von Luftblasen bei definiertem, röhrenartigem Zugang  
10 = bekanntes Volumeninkrement).

Alternativ zu Druckgradienten oder zusammen mit diesen  
wird ein in der Läsion eventuell aufbaubares Vakuum  
sowie, unter definierten Saugleistungen, dessen zeitliches  
15 Verhalten beurteilt.

Somit kann erstmals der "natürliche" Karieszugang, im  
Hinblick auf seine Struktur, seine Diffusionsgrößen  
und somit auf dessen Remineralisationspotential im Sinne  
20 der eventuell möglichen Ausheilung einer Karies, beurteilt  
werden.

Vorzugsweise kann durch das Füllröhrchen nicht nur die  
Flüssigkeit aus einem angeschlossenen Vorratsbehälter  
25 in den iatrogenen Zugang und damit in die Läsion einge-  
bracht werden, sondern es kann durch den gleichen Zu-  
gang, vorzugsweise durch das gleiche Röhrchen, abgesaugt  
werden in einen anderen Entsorgungsbehälter oder in  
eine angebrachte zahnärztliche Absaugvorrichtung. Dadurch  
30 wird die Inspektion eines Defektes, vor dessen diagnosti-  
scher Beurteilung mittels Videoanalyse, Druckgradienten  
etc., erleichtert.

Auch können damit Druck-Saug-Wechselzyklen im Sinne  
35 eines Pumpeffektes mit z.B. regel- oder unregelmäßigen

Spül-(Druck-) oder Saugzyklen durchgeführt werden, wodurch Debris, ggf. gelöste Hartsubstanzpräzipitate und in ihrer Struktur teilweise oder weitgehend oder vollständig zerstörte organische Gewebe bzw. Gewebereste  
05 oder Bakterien etc., aus dem Defekt eliminiert werden (=hydrodynamische Aufbereitung). Durch diese Wechselzyklen können Bakterienzellwände zerstört werden oder ggf. hartsubstanzabtragswirksame Kavitationseffekte erzeugt werden.

10

Weiterhin werden bevorzugt, zur Auflösung demineralisierter Geweberückstände oder destruierten organischer Gewebereste, geeignete Lösungen oder Lösungsgemische eingesetzt, z.B. wässrige Natriumhypochloridlösungen in Konzentrationen  
15 unter 6 %, bevorzugt unter 3 %, besonders bevorzugt um 1 % und/oder wässrige Kalziumchelatbildner, z.B. EDTA-Lösungen unter 50 %, bevorzugt um 20 %, und/oder N-Monochlor-DL-2-Aminbutyrat-haltige Lösungen und/oder aminosäurehaltige Lösungen. Diese oder die o.g. Wirksubstanzen (Markersubstrate, Farbstoffe, Substanzen zur  
20 Schmelz- oder Dentinkonditionierung etc.) können dem Vorratsbehälter beigemischt werden, oder es können verschiedene Vorratsbehälter mit Umschaltungen verwendet werden, oder es können konzentrierte Lösungen bei definierten Mischverhältnissen, z.B. etwa in Patronenform,  
25 im Handstück oder an anderer Stelle angebracht werden und mit der zugeführten Flüssigkeit aus dem oder den Vorratsbehältern vermischt werden. Es ist auch möglich, den Tubus gleichzeitig als (vorzugsweise Einmal-)Vorratsbehälter für bestimmte Flüssigkeiten auszubilden, wobei  
30 das Auspressen dieser Flüssigkeit über den im Handstück aufbaubaren Luftdruck oder Flüssigkeitsdruck indirekt, z.B. über einen Stempel in dem Tubus, erfolgt. Dieses Prinzip eignet sich insbesondere zur Infiltration von  
35 z.B. härtenden Füllungsmaterialien im Rahmen der o.g.

Reinfiltration, da damit Reinigungsprobleme im Handstück umgangen werden können. Ferner hat sich bewährt, durch das gleiche Füllröhrchen des Handstückes auch Gase zu fördern, im wesentlichen Druckluft zahnärztlicher Qualität, zum Trocknen der Zugangskavitäten bzw. des Defektes. Dies kann jedoch auch mit einer separaten Quelle und einem separaten Füllröhrchen, welches z.B. auf herkömmliche zahnärztliche Druckluftquellen aufgesetzt wird, erfolgen.

10 Soweit die hydrodynamische (Druckaufbau, Vakuumaufbau, zeitliche Verläufe von Druck und Vakuum, definierte, weitgehend endliche Füllmengen, fluiddynamische Widerstände) und/oder ggf. unterstützend die chemische (hydrophile  
15 oder hydrophobe Flüssigkeiten oder Gele oder struktursensitive bzw. strukturspezifische oder gewebsensitive bzw. gewebspezifische Markersubstrate und/oder Kontrastmittel etc.) und/oder die physikalische (z.B. elektrische Widerstands- oder Impedanzmessung) und/oder die optische  
20 (Endoskop-)Diagnostik die Möglichkeit für eine, ggf. durch therapeutische Maßnahmen unterstützte, induzierte Remineralisation ergibt, wird wie folgt verfahren:

Über die zunehmende Penetration im Rahmen der Präparation des Arbeitskanales, insbesondere nachdem die Schmelzkappe durchbohrt ist, werden mehrfach hydrodynamische Messungen vorgenommen, bis der Defekt tangiert oder penetriert ist. Meist genügen zwei bis drei Messungen, um eine individuelle defektspezifische Eichung vorzunehmen, deren Werte dann auf Signifikanzen untersucht werden können, oder man erkennt dies in den meisten Fällen sehr einfach, da z.B. ab einer bestimmten Penetration in den Defekt, sofern dessen "natürlicher" Zugang strukturell stark verändert ist und keine Diffusionsbarriere mehr  
35 darstellt, kein Druckaufbau mehr möglich ist. Solche

Werte können auch bei mehreren zu behandelnden Läsionen, in nicht mehrere Jahre auseinanderliegenden Behandlungssitzungen, an einem Patienten zur Beurteilung von anderen Zähnen in diesem Gebiß, zum Teil verwendet werden.

05

Sofern die hydrodynamische Diagnostik mit Flüssigkeitssäulen eine gegenüber dem durch den dichten Verschuß des iatrogenen Zugangs des Defektes endliche Füllmenge mit signifikantem Druckanstieg ergibt oder die Füllmenge über einen definierten Zeitraum von z.B. unter 1 min kaum zunimmt, ist die Struktur der Karies wahrscheinlich vorwiegend durch Mineralisationsgradienten, mit im Vergleich zu intakten Zahnhartgeweben nicht grundsätzlich veränderten Strukturmerkmalen, insbesondere

10 sätzlich veränderten Strukturmerkmalen, insbesondere mit weitgehend intakten organischen Strukturen, gekennzeichnet; möglicherweise ist die Schmelzoberfläche nur in Form einer membranartigen, weitgehend geschlossenen, Oberflächenschicht versehen und der Defekt damit sehr

15 wahrscheinlich remineralisierbar.

20

Alternativ zum beschriebenen Handstück können auch etwa manuell bedienbare spritzenartige Instrumente verwendet werden, wobei das ausgepreßte Volumen registriert und

25 die Druckdifferenz manuell entlastet wird, oder die Wegdifferenz einer bewegten Luftblase, in z.B. zylindrischem Querschnitt, gemessen wird.

Ggf. muß zur Untersuchung auf Druckmaxima der "natürliche Defektzugang" oberflächlich gereinigt oder z.B. durch Einbringen eines Holzkeiles von der Approximaloberfläche des Nachbarzahnnes, separiert werden. In diesem Fall ermöglicht die Verwendung einer Ätzlösung zur Untersuchung der Druckgradienten eine Konditionierung der defektbildenden demineralisierten Zahnhartgewebe bzw. der begrenzenden

30

35

intakten Zahnhartgewebe und schafft so einen verbesserten Diffusionsquerschnitt zur Eindiffusion von Speichel und z.B. therapeutischen Wirkstofffen, wie z.B. den üblichen in der Zahnheilkunde verwendeten Fluoridpräparaten. Es können jedoch auch die Qualität der Diffusionsbarriere, z.B. durch Verlegung von Porositäten, beeinflussende Adhäsive verwendet werden. Gleichzeitig werden die im Defekt lokalisierten Bakterien und ggf. smear layer-Schichten wirksam abgetötet bzw. entfernt. Es bietet sich an, die Druckwerte und ggf. Flüssigkeitsfüllmengen und/oder die endoskopischen Bilder und/oder weitere Befunde zu dokumentieren, um im Verlauf der Kontrolle des Erfolgs der Remineralisationsbehandlung oder ggf. induzierten Remineralisation während des Monitorings Vergleichsgrößen zu haben und somit Trends der Re- oder weiterer Demineralisation bevorzugt ohne weiteres Röntgenbild reproduzierbar zu erkennen.

Nach Spülung oder Absaugen sowie ggf. Trocknung der iatrogenen Zugangskavität und ggf. benachbarter Defektvolumina wird in den Defekt vorzugsweise ein Röhrchen aus den o.g. Materialien so eingesetzt, daß das Zentrum der Läsion via Röhrchen mit der Zahnaußenfläche verbunden ist. Dieses Röhrchen versiegelt dabei die bei der Präparation des iatrogenen Zugangs angeschnittenen gesunden Zahnhartsubstanzoberflächen. Es empfiehlt sich, vor Einsetzen des Röhrchens die dieses begrenzenden Zahnschmelzoberflächen mittels Säureätzung mikroretentiv umzustrukturieren und die äußeren Röhrchenoberflächen durch Säureätzung oder andersartige Vorbehandlung, z.B. Silikatisierung, für einen Verbund, ggf. unter zusätzlicher Verwendung von Haftvermittlern, wie z.B. Silanen, mit einem Fügepolymerkomposit vorzubereiten, mit welchem das Röhrchen adhäsiv in die iatrogene Zugangskavität eingesetzt wird. Eventuelle Überstände des Röhrchens

über die äußere Zahnoberfläche werden vorzugsweise entfernt. Üblicherweise wird jedoch auf das definitive oder temporäre Einbringen eines Röhrchens verzichtet und der Arbeitskanal direkt genutzt. Anschließend wird  
05 ein, vorzugsweise durch Kalzium- oder Phosphatzusätze modifiziertes, Fluoridpräparat, beispielsweise mittels eines Tubus, unter positivem Druck in den Defekt und ggf. die Zugangskavität eingebracht. Bevorzugt werden  
10 wässrige Fluoridlösungen verwendet, welche unter Druck im o.g. Bereich für eine gewisse Zeit belassen werden. Der Druck wird bevorzugt oberhalb des zur Diagnostik verwendeten Druckmaximums angelegt, um so Fluoride in das Volumen der Läsion, via forcierter Diffusion, in das in den jeweiligen veränderten Zahnhartgeweben ent-  
15 haltene oder gebundene Wasser einzuperfundieren. Vor oder mit oder nach dem Einbringen dieser Lösungen können ferner die Adhäsion von Plaque verringernde (z.B. Delmopinol-Lösung, Triclosan-Lösungen, Lösungsgemische etc.) oder die Vitalität bzw. die Stoffwechselleistungen  
20 der Plaque beeinträchtigende Lösungen, Gele oder (z.B. lösungsmittelhaltige) Lacke, via Arbeitskanal, in das Volumen der Läsion und/oder den "natürlichen Defektzugang" und/oder den Arbeitskanal eingetragen werden.

25 Gleichzeitig wird die Plaque auf der korrespondierenden Zahnoberfläche durch supra- und subgingivale Zahnreinigung entfernt, eventuelle Retentionsnischen für proximale Plaque beseitigt und der Patient bezüglich individueller Mundhygienemaßnahmen instruiert. Letztlich  
30 wird der Zugang, falls nicht, wie oben ausgeführt, bereits ein Röhrchen eingeklebt wurde, nun durch Einkleben eines solchen versiegelt und das Röhrchen oder, falls kein solches eingebracht ist, der Arbeitskanal, mit einem möglichst leicht zu entfernenden, aber dennoch möglichst  
35 bakteriendichten, plastischen und vorzugsweise erhärten-

- den oder härtbaren Material(ien), wie z.B. Gips, Kunststoff, Silikon, Polymerkomposit, Verbundwerkstoffen etc. oder unter Verwendung von geometrisch definierten, etwa stopfenähnlichen Formteilen oder Kombinationen von Formteilen und plastischen Materialien, verschlossen. Ein provisorischer Verschluß kann auch mit wirkstoff-, z.B. fluorid- oder chlorhexidinfreisetzenden Verschlußmaterialien, im Sinne eines Depots erfolgen.
- 10 Sofern Röhrchen eingebracht sind, können diese am Durchtrittsende zur äußeren Zahnoberfläche, auch mit einem Verschlußmechanismus, z.B. einem Innengewinde mit passender selbstabdichtender Schraube oder unter Verwendung zusätzlicher Dichtungen, reversibel verschlossen werden.
- 15 Unter Umständen empfiehlt sich zusätzlich eine externe konventionelle Chlorhexidin- oder Fluoridapplikation mit auf den Zahnhartsubstanzen oder auf den Verschluß des iatrogenen Zugangs oder in der Gegend des "natürlichen" Karieszugangs anhaftenden Chlorhexidin- oder Fluoridlacken.
- 20 Dieser Verschluß kann nach einem durch das individuelle Kariesrisiko und die Mundhygiene des Patienten bestimmten Zeitraum von einigen Wochen bis einigen Monaten wieder eröffnet werden und der Defekt analog der initialen Diagnostik neu evaluiert werden. Die Beurteilung erfolgt nach den gleichen Kriterien wie initial, wobei die Baseline-Daten der Initialbehandlung nun zum Vergleich herangezogen werden können. Ggf. ist die Wirkstoff-, z.B. Fluoridbehandlung zu wiederholen. Falls die Möglichkeit zur induzierten Remineralisation jedoch nicht mehr gegeben scheint, so kann der Defekt durch den gleichen Zugang, ohne weitere präparative Maßnahmen, reinfiltriert werden.
- 30 Selbstverständlich steht die Behandlung mit konventionel-
- 35

len Füllungsmaßnahmen zu jeder Zeit ohne Nachteile offen. In Zweifelsfällen möglicher Remineralisation oder bereits notwendiger Reinfiltration kann daher in vielen Fällen zunächst die Remineralisation versucht werden.

05

Je nach individueller Situation ist es zur Optimierung der Remineralisation für gewisse Zeiträume vorteilhaft, die Öffnung des iatrogenen Zugangs oder des eingeklebten Röhrchens nicht temporär zu verschließen, um einen ausreichenden Zutritt von Speichel zu ermöglichen. In diesem Fall ist der Zugang jedoch vorzugsweise täglich, z.B. mit kompatiblen Bürstchen oder durch Spülungen, zu reinigen und dem Wachstum vitaler Bakterien durch regelmäßige Anwendung chemischer Wirksubstanzen, z.B. von Chlorhexidin oder der o.g. Antiadhäsiva etc., vorzubeugen.

15

Kann trotz Abdichtung des iatrogenen Zustangs kein Druckgradient aufgebaut werden, oder fließt die eingebrachte Lösung zum "natürlichen" kariösen Zugang wieder hinaus, so wird der Defekt durch Spülungen oder Saugvorgänge oder Spül/Saug-Wechselpumpvorgänge, ggf. unter Zuhilfenahme der die Auflösung bzw. den Abtrag unterstützenden Lösungen oder Ätzlösungen, aufbereitet (hydrodynamische Aufbereitung). Solche Lösungen oder Gemische verschiedener Lösungen können insbesondere den, ggf. selektiven, Abtrag von in ihrer Struktur zerstörten organischen Zahngewebe oder Geweberesten (z.B. Natriumhypochloridlösungen etc.) oder von stark entkalkten Hartsubstanzvolumina (z.B. EDTA-Lösungen, anorganische oder organische Säurelösungen), ermöglichen bzw. unterstützen. Zur Erzeugung effizienterer Druck-Saug-Wellen kann der "natürliche Defektzugang", z.B. durch Anbringen eines Matrizenbandes, vorübergehend verschlossen oder, umgekehrt durch Separation der benachbarten Zähne, z.B. durch Einbringen eines Keiles in den Zahnzwischenraumbereich, der "natürliche

35



Defektzugang" von der nachbarzahnoberfläche abgehoben und dadurch ggf. eröffnet werden. In die betroffenen Zahnzwischenräume eingebrachte Keile, z.B. Holzkeile etc., helfen auch, eine Aspiration der Weichgewebe oder Blutzutritt, beispielsweise aus der interdentalen Zahnfleischpapille, bei der Behandlung zu vermeiden. Die Entlüftung der Defektstrukturen beim Eintrag von Wirksubstanzen erfolgt über den "natürlichen Defektzugang". Eine Kontrolle der Defektzustände bzw. von Behandlungsfortschritten ist jederzeit über eine endoskopische Untersuchung oder über den Eintrag spezifischer oder struktursensitiver Markersubstanzen möglich. Nach hydrodynamisch und/oder chemischer und/oder ggf. unterstützender mechanischer (z.B. unter Verwendung von via Arbeitskanal in den Defekt vorgeschobenen, etwa endoskopartigen, mikromechanischen Instrumente mit geometrisch definierten oder undefinierten Schneiden, z.B. im Defektvolumen durch Flüssigkeitseintrag expandierbare, etwa ballonartige, schneidentragende Instrumente) Aufbereitung des Defektes werden die defektbegrenzenden Oberflächen, z.B. durch Ätzlösungen, wie z.B. saure wässrige Lösungen, umstrukturiert und konditioniert (Priming). Dabei darf eine etwaige angelegte Druckabsenkung (Vakuum) eine kritische Größe von etwa 800 mbar nicht überschreiten, um etwaige Aspirationen der Odontoblastenschicht, welche innerhalb des Pulpenhohlraumes an die Prädentinzone angrenzt, zu vermeiden.

Weiterhin können den zur hydrodynamischen Aufbereitung verwendeten Lösungen, z.B. zur Grobdeposition des Defektes oder zu dessen unterstützender mechanischer Präparation, zusätzlich Partikel, wie z.B. Glaspartikel, Kalziumphosphatpartikel, Hydroxylapatit- oder Fluorapatitpartikel, Kalziumfluoridpartikel, Salzpartikel, Carbonatpartikel, Flußspatpartikel, Keramikpartikel, Kunststoffpartikel

oder Kompositpartikel, mit einer mittleren Korngröße von  $<100\text{ }\mu\text{m}$ , bevorzugt  $<50\text{ }\mu\text{m}$ , wesentlich bevorzugt  $<20\text{ }\mu\text{m}$  und ganz bevorzugt  $<10\text{ }\mu\text{m}$ , in die die entsprechenden Oberflächen beaufschlagende bzw. infiltrierende Flüssigkeit, im Sinne einer Suspension oder Dispersion, beigemischt werden, um durch zusätzlich resultierende mikromechanische Aufbereitungsmaßnahmen oder Erosionseffekte diesen Prozeß zu unterstützen bzw. zu beschleunigen.

10 Anschließend können die defektbildenden Volumina sowie deren angrenzende Strukturen, soweit erforderlich, mit Druckluft getrocknet werden.

Falls erforderlich, wird die Nachbarzahnoberfläche, zum Schutz einer Kontamination, durch den "natürlichen Zugang", z.B. durch Einbringen eines Separationsstreifens (z.B. Acetatstreifens) oder etwa einer Matrice, in den betroffenen Zahnzwischenraumbereich isoliert. Danach erfolgt eine Reinfiltration der defektbegrenzenden Strukturen (Bridging) sowie der eigentlichen Defektvolumina (Refilling) durch Einbringen geeigneter Adhäsive und/oder Füllmaterialien durch den iatrogenen Zugang (Arbeitskanal), bis zum Verschuß des "natürlichen" und des iatrogenen Zugangs. Während der Reinfiltration bzw. dem Refilling werden, ggf. in diesen Strukturen enthaltene Restvolumina an Flüssigkeiten sowie Luft, vor der Front reinfiltrierten Materials hergeschoben und durch den "natürlichen Zugang" ausgepreßt; Überschüsse an reinfiltrierbarem Material können über die betroffene approximale Zahnkontur sehr leicht entfernt werden.

Besonders die Interpenetration von hydrophobem Füllmaterial erlaubt bei gerichtetem Fluß, daß dieses Material die Flüssigkeit vor sich herschiebt, und wässrige Flüssigkeiten oder ggf. Überschüsse an niederviskösere Infil-

trationsmaterialien oder Adhäsiven, soweit diese die zu reinfiltrierenden Oberflächen nicht unmittelbar benetzen, über natürlichen Kariszugang ausgepreßt werden. Als Reinfiltrations- oder Füllmaterialien eignen sich  
05 alle durch solche Zugangskavitäten einbringbare plastische und erhärtende oder härtbare Materialien, insbesondere thixotrope Materialien, vorzugsweise Kunststoffe, Monomere, Polymere oder partikelgefüllte Polymerkomposits, wie z.B. Acrylatkunststoffe oder siliziumorganische  
10 Materialien, oder Kompomere oder Zemente, wie z.B. Glas-ionomerzemente etc.. Unter Umständen werden verschiedene Materialarten, ggf. unterschiedlicher hydrophiler bzw. hydrophober Eigenschaften, unterschiedlicher Viskosität und unterschiedlichen Füllgrads, vorzugsweise nacheinander  
15 eingetragen. Auch sind Kombinationen von Reinfiltrationsmaterialien oder Füllungsmaterialien mit Primer-substanzen und/oder den obenstehenden Wirksubstanzen, wie z.B. Chlorhexidin oder Fluoride etc., möglich. Nicht zuletzt eignen sich zur Reinfiltration auch in Lösungsmitteln, z.B. Aceton, gelöste Harze, insbesondere Polymerharze oder teilgefüllte Polymerharze.  
20

Die ehemals das Kariesvolumen bildende Struktur bzw. diese Strukturen müssen dabei in herkömmlichem mechanischem Sinne nicht unbedingt vollständig entfernt werden  
25 sondern bilden eine Art Schwammstruktur, welche im Sinne einer Leitstruktur für die einzubringenden Materialien (re)infiltriert wird, und bleiben als Gerüst der Versorgung somit erhalten. Gleichzeitig resultiert  
30 diese Grenzflächendurchdringung in für mechanische Belastungen günstigen Gradientenstrukturen und ist das morphologische Substrat hoher Grenzflächenhaftwerte.

Im Bereich der "natürlichen" und der iatrogenen Zugangskavität wird mindestens die hohe Qualität einer adhäsiv  
35

verankerten Kompositfüllung erzielt, wobei sich die kleinen Volumina an reinfiltrierte Material günstig auf die im Zuge des Phasenwechsels der Füllmaterialien, häufig induzierten, materialinhärenten Residualspannungen auswirken und somit qualitätserhöhend wirksam sind.

Sofern in den reinfiltrierten oder wieder aufgefüllten ursprünglichen Defektvolumina noch ggf. vitale Bakterien enthalten sind, werden diese bei dem gerichteten Einfluß entweder über den "natürlichen Zugang" eliminiert oder als Bestandteil in die Grenzflächenstrukturen bzw. die Füllung integriert, wonach sie, aufgrund der Isolation von Substrat, keine Überlebenschance haben und auch keine degradativen Stoffwechselleistungen vollbringen können.

Ein gerichteter Fluß des Materials während der Reinfiltration bzw. dem Refilling kann durch Aufbringen einer zusätzlichen Vakuumsglocke auf den betroffenen Approximalbereich, welche z.B. mittels Dichtlippen, teilweise oder vollständig zu diesem Raum hin, abgedichtet wird, zusätzlich verbessert werden.

Nach vollständiger Reinfiltration der defektbegrenzenden Oberflächen bzw. nach Auffüllen des ursprünglichen Defektes des "natürlichen" Zugangs und des Arbeitskanales sowie der Entfernung von etwaigen Überschüssen aus dem Approximalbereich, werden diese Oberflächen geglättet und das reinfiltrierte Material lichtkatalytisch ausgehärtet. Selbstverständlich sind auch etwa autokatalytische, dual katalytische Duroplasten oder etwa thermoplastisch verarbeitbare Polymermatrizes verwendbar.

Bei größeren Füllvolumina kann das Auffüllen des Defektes auch schichtweise, vom ursprünglichen "kariösen" Zugang beginnend, bis zum letztendlichen Verschluß des Arbeits-

kanals, erfolgen, wobei die initialen Volumina an reinfiltriertem bzw. eingefülltem Material, soweit wenigstens teilweise lichtkatalytisch polymerisierbare Polymersysteme verwendet sind, zusätzlich oder ausschließlich mit,  
05 via iatrogenem Zugang in den Defekt eingebrachten, Lichtsonden und/oder transdental polymerisiert werden. Nacharbeiten sind in den meisten Fällen nicht erforderlich.

Bei pulpennahen Defekten können über die mögliche Druckbeaufschlagung auch für die Pulpa wirksame Substanzen eininfiltriert werden, wie z.B. Bone Morphogenetic Proteins (BMP) oder wässrige Kalziumhydroxidlösungen, zur Induktion einer Hartgewebsbildung, oder Kalium- oder Strontiumlösungen, z.B. zur Herabsetzung der Sensibilität  
15 des Zahnes.

Wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Fülltechniken bestehen in einer weitgehenden schmerzfreien Präparation, einer erheblichen Schonung gesunder Zahnhartgewebe, einer wesentlichen Vereinfachung der üblichen Arbeitsschritte der Adhäsivtechnik, z.B. durch möglichen Verzicht auf Kofferdam, einer höheren Qualität des adhäsiven bakteriendichten Verschlusses, einer möglichen therapeutisch nutzbaren, durch Druckgradienten kontrollierbaren  
25 Infiltration von Wirkstoffen, z.B. entgegen dem nach peripher verlaufenden Flüssigkeitsausstrom aus den Dentinkanälchen.

Passend zu den initial zur Präparation des iatrogenen Zugangs verwendeten Präparationsinstrumenten können diese gleichzeitig entweder als in den Defekt temporär oder definitiv einzubringende röhrenartige Tuben oder volumenvolle Präzisionspaßkörper verwendet werden, oder es können solche Röhren oder Paßkörper formgleich  
35 aus geeigneten Materialien, wie z.B. Metallen, Keramiken,

Kunststoffen oder Verbundwerkstoffen, z.B. in einem Set, bereitgestellt und zum Verschuß der Zugangskavität, unter Verwendung des reinfiltrierte aufgeföllten Materials, im Sinne von Fögematerialien herangezogen werden.

05

Derartige hydrodynamische oder chemische Diagnoseverfahren und Instrumente können auch, z.B. über im Sinne von saugglockenartigen Instrumenten mit zirkulären Dichtlippen, vorzugsweise in verschiedenen Größenabstufungen, zur Diagnostik von sensiblen Zahnoberflächen im Zahnhalsbereich und zur Differenzierung besonders kritischer Oberflächenareale an einem Zahnhalsbereich verwendet werden. Im gleichen Zuge mit der Diagnostik können anschließend, sehr einfach und vergleichsweise sehr wirksam, kontrollierte Druckinfiltrationen von die Sensibilität herabsetzenden Substraten, wie z.B. wässrigen Kalium- oder Strontiumlösungen, vorgenommen werden.

Auch können durch Zugabe von Partikeln, wie z.B. Glaspartikeln, Kalziumphosphatpartikeln, Hydroxylapatit- oder Fluorapatitpartikeln, Kalziumfluoridpartikeln, Keramikpartikeln, Kunststoffpartikeln oder Kompositpartikeln mit einer mittleren Korngröße  $< 50 \mu\text{m}$ , bevorzugt  $< 20 \mu\text{m}$ , wesentlich bevorzugt  $< 10 \mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt  $< 2 \mu\text{m}$ , in die die entsprechenden Oberflächen beaufschlagende bzw. infiltrierende Flüssigkeit - im Sinne einer Suspension oder Dispersion - die oberflächlichen, teilweise eröffneten Dentinkanälchen, wenigstens teilweise im Sinne einer Verminderung des Diffusionsquerschnittes, mechanisch verlegt werden.

Weiterhin können den Lösungen in dieser Anwendung andere, z.B. die Plaquevitalität oder das Plaqueadsorptionsverhalten beeinträchtigende oder die Remineralisation fördernde Wirksubstanzen, wie z.B. Chlorhexidin oder Fluo-

ride etc., beigemischt werden (siehe obenstehend detailliert aufgelistete Wirksubstanzen).

Weitere Anwendungsmöglichkeiten bestehen im Zusammenhang mit der Versiegelung von Rißbildungen in Zähnen oder Zahnersatz. Dazu werden die Rißflankenoberflächen vorzugsweise hydrodynamisch konditioniert und die Risse anschließend, wenigstens teilweise im Sinne einer "hydrodynamischen" adhäsiven Versiegelung, reinfiltrierte.

Die beschriebene Vorrichtung bzw. die geschilderten Verfahren funktionieren im gleichen Sinne auch bei bestehendem Zahnersatz. Soweit dieser aus Metall gefertigt ist, ist eine röntgenologische Untersuchung auf evtl. Sekundärkaries, aufgrund der Absorption von Röntgenstrahlen, in der Restauration nicht möglich. Zur Beurteilung der Qualität der Restauration bzw. der an diese angrenzenden Zahnoberflächen, insbesondere im Randbereich derselben, wird an der fraglichen Stelle ein röhrenartiger iatrogen gener Zugang (Arbeitskanal) zur Penetration der Restauration präpariert. Anschließend erfolgt eine hydrodynamische oder chemische Diagnostik und/oder eine Therapie, z.B. im Sinne einer hydrodynamischen oder chemischen oder mikromechanischen Aufbereitung der Defekte, mit anschließender Reinfiltration und temporärem oder definitivem Verschluß des iatrogenen Zugangs. Die Möglichkeit zu einem konventionellen Ersatz der Restauration, im Rahmen einer herkömmlichen Neuanfertigung der Restauration, bleibt unbenommen.

Beschreibung eines Behandlungsablaufes:

Die Beschreibung, wie bei einem Verdacht auf Approximalkaries zweckmäßigerweise zur Diagnose und Behandlung vorgegangen wird, erfolgt gemäß einem Flußdiagramm,

wie es sich aus Figur 31 ergibt.

Üblicherweise ergibt sich ein Verdacht auf Approximal-  
läsionen während einer zahnärztlichen Routineuntersuchung,  
05 selten klinisch, in der Regel nach röntgenologischer  
Untersuchung. Soweit die Läsion bereits so groß ist,  
daß okklusale Zahnflächen eingebrochen sind oder ein  
anderer großflächiger okklusaler Zugang, z.B. im Rahmen  
einer insuffizienten Primärfüllung, besteht, ist die  
10 Diagnosefindung meist unproblematisch, und es erfolgt  
eine konventionelle Füllungstherapie.

In den übrigen Fällen gibt das Röntgenbild u.U. Informa-  
tion darüber, ob oder wie weit die Zahnbeinvolumina  
15 von der Läsion betroffen sind. Es obliegt dem Zahnarzt,  
nach einer Vielzahl an beurteilbaren Kriterien, betreffend  
den Patienten, seine Gebißsituation, sein Kariesriskiko,  
seine Mundhygiene, seine Compliance etc., zu entscheiden,  
ob für eine gewisse Zeit eine Kontrolle des Defektes  
20 nach herkömmlichen Methoden und im Zusammenhang mit  
konventioneller Prophylaxe erfolgen soll oder ob, wie  
es aufgrund der eingangs beschriebenen Limitationen  
konventioneller Diagnoseverfahren, in der Mehrzahl der  
Fälle notwendig sein wird, eine weiterführende erfin-  
25 dungsgemäße Diagnostik und ggf. Therapie erforderlich  
ist.

Erfindungsgemäß wird gemäß der oben beschriebenen Orien-  
tierung eine röhrenartige Zugangskavität so präpariert,  
30 daß ein möglichst kurzer zahnhartsubstanzschonender,  
gut erreichbarer, ästhetisch nicht störender und einfach  
sowie bakteriendicht wieder verschließbarer, vorzugs-  
weise nicht in einer Zone hoher okklusaler Kaubelastung  
lokalisierter Arbeitskanal zum Defekt schaffen wird.



Es erfolgt danach eine kurze Durchspülung, ggf. unter Umspülung von im Schall- oder Ultraschallbereich oszillierenden in den Arbeitskanal eingebrachten Instrumenten, Absaugung oder Saug-Druck-Spülung sowie ggf. eine Trocknung des Defektes sowie des Arbeitskanals und eine evtl. endoskopische Inspektion. Danach wird das Handstück mit einem Tubus versehen, dieser in den Arbeitskanal eingeführt und abgedichtet, um mittels hydrodynamischer und/oder chemischer Diagnostik (Markersubstrate) die Struktur der Läsion sowie die Diffusionsgrößen und/oder die Permeabilität des "Natürlichen Karieszugangs" zu beurteilen.

Bei reversiblen Veränderungen der läsionsbildenden Strukturen sowie geringer Permeabilität des "natürlichen Zugangs" empfiehlt sich, das adhäsive Einbringen eines Zugangsröhrchens in den iatrogenen Zugang, welcher, so bedingt offenbar dicht verschlossen werden kann. Somit sind alle präparativ angeschnittenen Zahnflächen dauerhaft versiegelt, und der Defekt hat einen therapeutisch nutzbaren bleibenden Zugang.

Die diagnostisch erhobenen Daten werden als spätere Kontrollgrößen dokumentiert. Danach wird ein wässriges Fluoridpräparat via Arbeitskanal in die Läsion einperfundiert und der dafür erforderlichlich Druck ggf. eine Zeitlang gehalten, oder es werden z.B. langsam wasserlösliche Depotfluoridsubstrate eingebracht und der Zugang danach bakteriendicht verschlossen.

Anschließend erfolgen konventionelle Prophylaxemaßnahmen und nach einer gewissen Zeit eine Reevaluation der Läsion nach gleichem Vorgehen unter Verwendung des Arbeitskanals, wobei die im Rahmen der ursprünglichen Diagnostik erhobenen Daten als Vergleichsgrößen zur Abschätzung eines

Behandlungserfolges verwendet werden. Ggf. wird die Behandlung wiederholt.

- Soweit irreversible Strukturschädigungen im Bereich
- 05 der Läsion oder hohe Permeabilität bzw. uneingeschränkte Diffusion durch den "natürlichen Karieszugang" initial diagnostiziert werden oder sich im Laufe von Kontrolluntersuchungen nach induzierter Remineralisation ergeben, wird der Defekt hydrodynamisch und/oder chemisch und/
- 10 oder mikromechanisch und/oder mechanisch und/oder durch Einwirkung von fluid- oder schleifmittelumspülten im Schall- oder Ultraschallbereich oszillierenden Instrumenten, ggf. mit zentraler Absaugung durch das Instrument, unterstützt aufbereitet und die defektbegrenzenden Oberflächen nachträglich im Sinne eines Priming
- 15 konditioniert. Eine regelmäßig mögliche endoskopische Kontrolle erleichtert die Kontrolle dieser Aufbereitungsmaßnahmen.
- 20 Anschließend werden die defektbegrenzenden Strukturen sowie der Defekt selbst, ggf. mehrstufig, reinfiltrierte (Bridging) bzw. aufgefüllt (Refilling). Es folgen konventionelle Prophylaxemaßnahmen sowie herkömmliche Nachuntersuchungen. Selbstverständlich können, falls jemals
- 25 erforderlich, ohne jeden durch die erfindungsgemäßen Behandlungen verursachten zusätzlichen Schaden, zu jeder Zeit konventionelle Zahnfüllungen in die betroffenen Zahnoberflächen eingebracht werden.

## Patentansprüche

=====

05

1. Gerät zur Bestimmung der Remineralisierungsfähigkeit von Hartgewebe, insbesondere kariösem Zahngewebe, gekennzeichnet durch eine Meßeinrichtung (46, 60, 86, 88; 104, 114, 116, 86, 88; 130-140, 88; 144-148, 88; 10 150-154, 88; 156, 86, 88; 158-174), zum lokalen Messen mindestens einer der nachstehenden physikalischen, chemischen oder biologischen Gewebeeigenschaften: Porosität, Härte, Lichtabsorption und Lichtreflexion, Schallabsorption und Schallreflexion, Zellstruktur, elektrische 15 Leitfähigkeit, chemische Veränderungen im Gewebegerüst, chemische Veränderungen von im Gewebegerüst enthaltener Flüssigkeit, Befall mit Bakterien.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 20 daß die Meßeinrichtung einen Meßkopf (40) mit einem stabförmigen, vorzugsweise zylindrischen Sondenabschnitt (42) aufweist, welcher ein auf die physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften ansprechendes Meßelement (46, 60; 104, 116; 130, 134, 138; 144, 148; 25 150-154; 156; 158-170) umfaßt.

3. Gerät nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Stellungsgeber (48-52) für die Axialstellung des Sondenabschnittes (42) bezüglich einer Begrenzungs- 30 fläche des Gewebes.

4. Gerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sondenstellungsgeber (48-52) ein mit der Gewebeoberfläche zusammenarbeitendes Eingangsteil (48) 35 aufweist, welches axial verschiebbar auf dem Sondenab-

schnitt (42) angeordnet ist und über eine Feder (50) an einen feststehenden Geräteabschnitt abgestützt ist, welcher ein Kraft- oder Verformungssensor (52) zugeordnet ist.

05 5. Gerät nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine  
Auswerteeinheit (88), welche mit dem Ausgangssignal  
des Sondenstellungsgebers (48-52) und dem Ausgangssignal  
des Meßelementes beaufschlagt ist und die Ausgangssignale  
des letzteren, die für unterschiedliche Stellung des  
10 Sondenabschnittes (42) erhalten werden, miteinander  
vergleicht, wozu die jeweils für die verschiedenen Son-  
denstellungen erhaltenen Meßsignale in Abhängigkeit  
vom Ausgangssignal des Sondenstellungsgebers (48-52)  
abgespeichert werden.

15

6. Gerät nach einem der Ansprüche 2-5, wobei das Meß-  
element eine bezogen auf die Achse des Sondenab-  
schnittes (42) radiale Meßachse aufweist, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Sondenabschnitt (42) drehbar (118-  
20 122) auf dem Meßkopf (40) angeordnet ist.

7. Gerät nach einem der Ansprüche 2-6, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Meßkopf (40) an einem Griffteil  
(36) angebracht ist, wobei er vorzugsweise um dessen  
25 Längsachse drehbar ist.

8. Gerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Längsachse des Griffteiles (36) und die  
Achse des Meßkopfes (40) gegeneinander geneigt sind  
30 und vorzugsweise einen Winkel zwischen etwa  $30^{\circ}$  und etwa  
 $90^{\circ}$ , nochmals vorzugsweise von etwa  $60^{\circ}$  einschließen.

9. Gerät nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeich-  
net, daß das Griffteil (36) über eine Drehkupplung  
35 (99) mit einem Versorgungskabel (101) verbunden ist.

10. Gerät nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung ein auf das Gewebe einwirkendes erstes Sensorteil (104; 130, 138; 144; 150-54; 158, 160) und ein die Antwort des Gewebes auf den Reiz ermittelndes zweites Sensorteil (116; 130, 134; 148; 150-154; 164-170) aufweist und daß Mittel zur Einstellung der Stärke der vom ersten Sensorteil erzeugten Einwirkung vorgesehen sind.
11. Gerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellmittel eine vom Griffteil (36) getragene Eingabeeinrichtung (94) umfassen.
12. Gerät nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellmittel eine Programmsteuerung (88) umfassen.
13. Gerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmsteuerung so arbeitet, daß das einwirkende Sensorteil (104; 130, 138; 144; 150-54; 158, 160) so erregt wird, daß am registrierenden Sensorteil (116; 130, 134; 148; 150-154; 164-170) ein vorgegebenes Ausgangssignal erhalten wird.
14. Gerät nach einem der Ansprüche 2-13, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) ein Dichtelement (54) aufweist, welches mit einem Abschnitt der Geweboberfläche zusammenarbeitet und daß der Meßkopf (40) mit einer unter von Normaldruck verschiedenem Druck stehenden Fluidquelle (76; 80) in Verbindung steht und die Meßeinrichtung die Fluid-Leckage durch das zu untersuchende Gewebe mißt.
15. Gerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

daß das Fluid ein Gas ist und daß der Meßkopf (40) über ein Schaltventil (62), welches eine Schließstellung aufweist, mit der Fluidquelle (76; 80) verbindbar ist und an den Meßraum, welcher durch den Meßkopf (40) und das Gewebe begrenzt wird, ein Druckmesser (60) angeschlossen ist.

16. Gerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) einen mit dem Meßraum verbundenen Druckspeicher (58) aufweist.

17. Gerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Diagnosefluid eine Flüssigkeit ist und daß in der von der Fluidquelle (76) zum Meßkopf (40) führenden Versorgungsleitung ein Strommesser (66) angeordnet ist.

18. Gerät nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchflußmesser (66) ein Kapillarrohr und Mittel zum Einspeisen von Gasblasen in das stromabseitige Ende des Kapillarrohres aufweist.

19. Gerät nach einem der Ansprüche 14-18 in Verbindung mit Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Dichtelement (54) von der freien Stirnfläche des Eingangsteiles (48) des Sondenstellungsgebers (48-52) getragen ist.

20. Gerät nach einem der Ansprüche 14-18 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sondenabschnitt (42) ein am Ende geschlossenes (44) zylindrisches Rohr ist, welches in seiner Umfangswand mindestens eine Fluid-Durchtrittsöffnung aufweist.

21. Gerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet,

- daß der Sondenabschnitt (42) an seinem vom freien Ende abgelegenen Ende eine sich in radialer Richtung erweiternde, vorzugsweise kegelförmige Schulter (274) aufweist und daß ein Dichtschlauch (276) auf der Außenseite des Sondenabschnittes (42) angeordnet ist und mit seinem vom freien Ende des Sondenabschnittes (42) abgelegenen Ende auf die Dichtschulter (274) unter Aufweitung aufschiebbar ist.
- 10 22. Gerät nach einem der Ansprüche 14-21, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) über ein Umschaltventil (72) alternierend mit einer Überdruck-Fluidquelle (76) und einer Unterdruck-Fluidquelle (80) verbindbar ist.
- 15 23. Gerät nach Anspruch 22 in Verbindung mit Anspruch 17, gekennzeichnet durch Mittel (102) zum Auffangen des aus dem Meßkopf (40) abgesaugten Flüssigkeitsvolumens.
- 20 24. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) eine ausfahrbare Meßspitze (104) aufweist.
- 25 25. Gerät nach Anspruch 24 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspitze (104) von einem Hebel (108) getragen ist, der durch einen in Längsrichtung des Sondenabschnittes (42) verlaufenden Betätigungsstab (112) so verschwenkbar ist, daß die Meßspitze (104) mit radialer Bewegungskomponente durch ein Fenster (106) des Sondenabschnittes (42) bewegt wird.
- 30 26. Gerät nach Anspruch 24 in Verbindung mit Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspitze von einem biegbaren Übertragungselement (124) getragen ist,
- 35

welches in einer Führung (126) des Sondengehäuses (128) so geführt ist, daß das Übertragungselement (124) mit radialer Richtungskomponente aus dem Sondengehäuse (128) austritt.

05

27. Gerät nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsstab (112) durch einen Stellmotor (114) bewegt wird, dessen Abtriebskraft einstellbar (74) ist.

10

28. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) eine Lichtquelle (138), eine Optik (130, 132) und einen Bildwandler (134) umfaßt.

15

29. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (40) eine Meßlichtquelle (160), gegebenenfalls eine Optik und mindestens ein Farbfilter (168) sowie einen Lichtdetektor (170) umfaßt.

20

30. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung einen Schwinger (144), einen auf den Schwinger arbeitenden Generator (146) und Mittel (148) zum Messen der Bedämpfung des

25 Schwingers aufweist.

31. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung einen Schwinger (144), einen auf den Schwinger (144) arbeitenden inter-

30 mittierend betriebenen Generator (146) und einen Empfänger (144) für vom Gewebe reflektierte Schwingungen sowie Mittel (88) zum Auswerten der Intensität der reflektierten Schwingungen aufweist.

35 32. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekenn-



zeichnet, daß die Meßeinrichtung beabstandete Elektroden (150, 152) aufweist, welche mit einer Widerstands- oder Impedanzmeßeinheit (154) verbunden sind oder Teil eines Schwingkreises darstellen, welcher mit einer Frequenzmeßeinheit verbunden ist.

33. Gerät nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung ein mikroporöses Teströhrchen (156) oder einen Hohlbohrer aufweist, dessen Innenraum mit einer Unterdruckquelle (80) verbindbar ist.

34. Gerät zur Unterstützung der Remineralisierung von Hartgewebe, insbesondere kariösem Zahngewebe, gekennzeichnet durch einen Arbeitskopf (40), welcher mit der Gewebeoberfläche zusammenarbeitende Dichtmittel (54) aufweist und mit mindestens einer Quelle (76; 176) für Behandlungsmedium in Verbindung steht.

35. Gerät nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskopf (40) über ein Umschaltventil (72) intermittierend mit einer Quelle (76) für Behandlungsmedium und einer Absaugeinrichtung (80) verbindbar ist.

36. Gerät nach Anspruch 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskopf (40) einen hohlen stabförmigen vorzugsweise zylindrischen Abgabeabschnitt (42) aufweist, der mit mindestens einer Durchtrittsöffnung für Behandlungsmedium versehen ist.

37. Gerät nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Abgabeabschnitt (42) an seinem freien Ende verschlossen ist und die Durchtrittsöffnungen für das Behandlungsmedium in der Umfangswand des Abgabeabschnittes (46) ausgebildet sind.

38. Gerät nach einem der Ansprüche 34-37, gekennzeichnet durch einen Stellungsgeber (48-52) für die Axialstellung des Abgabeabschnittes (42) bezüglich der Gewebeoberfläche.
39. Gerät nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Axialstellungsgeber (48-52) ein mit der Gewebeoberfläche zusammenarbeitendes Eingangsteil (48) aufweist, welches axial verschiebbar auf der Außenfläche des Abgabeabschnittes (42) angeordnet ist und über eine Feder (50) an einem Gehäuse des Arbeitskopfes (40) abgestützt ist, wobei dieser Feder ein Kraft- oder Verformungssensor (52) zugeordnet ist.
40. Gerät nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß das Eingangsteil (48) des Stellungsgebers (48-52) das Dichtmittel (54) trägt.
41. Gerät nach einem der Ansprüche 34-40, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskopf (40) an einem Griffteil (36) angebracht ist, vorzugsweise in um dessen Längsachse drehbarer Weise.
42. Gerät nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachsen vom Griffteil (36) und Arbeitskopf (40) gegeneinander geneigt sind und vorzugsweise einen Winkel von etwa  $30^{\circ}$  bis etwa  $90^{\circ}$ , nochmals vorzugsweise von etwa  $60^{\circ}$  miteinander einschließen.
43. Gerät nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß das Griffteil (36) über eine Drehkupplung mit einem Versorgungskabel verbunden ist.
44. Gerät nach einem der Ansprüche 34-43, dadurch ge-

kennzeichnet, daß mindestens eine (176) der Quellen (76, 176) für Behandlungsmedium einen in den Arbeitskopf (40) oder in das diesen tragende Griffteil (36) eingesetzten Vorratsbehälter (176) aufweist.

05

45. Gerät nach einem der Ansprüche 34-44, gekennzeichnet durch ein Saugteil (200), welches vom Arbeitskopf beabstandet auf die Oberfläche des zu behandelnden Gewebes aufsetzbar ist und mit einer Saugeinrichtung (80) verbindbar ist.

10

46. Gerät zur Erzeugung eines Arbeitskanales in Hartgewebe, insbesondere Zahngewebe, in welchen ein Sondenabschnitt (42) einer Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 2-33 oder ein Abgabeabschnitt eines Behandlungsgerätes nach einem der Ansprüche 34-45 einführbar ist, gekennzeichnet durch ein Bohrwerkzeug (30), dessen Außendurchmesser dem Außendurchmesser von Sondenabschnitt (42) bzw. Abgabeabschnitt (42) entspricht und durch einen auf dieses Bohrwerkzeug (30) arbeitenden Bohrerantrieb (218).

15

20

47. Gerät nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Bohrerantrieb einen einstellbaren Tiefenanschlag (220) aufweist.

25

48. Gerät nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Bohrwerkzeuges (30) zwischen etwa 0,2 und etwa 1,0 mm beträgt, vorzugsweise zwischen etwa 0,5 und etwa 0,8 mm.

30

49. Gerät nach einem der Ansprüche 46-48, dadurch gekennzeichnet, daß das Bohrwerkzeug (30) hohl ist.

50. Gerät nach einem der Ansprüche 46-49, dadurch ge-

35

kennzeichnet, daß das Bohrwerkzeug (286) ein Ultraschallbohrwerkzeug ist und durch einen Ultraschallgenerator (282) in Richtung der Bohrwerkzeugsachse in Schwingungen versetzt wird.

05

51. Gerät nach Anspruch 50, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (288) zum Zuführen eines abrasiven Fluids zur Arbeitsfläche des Ultraschallbohrwerkzeuges (286).

10 52. Gerät nach einem der Ansprüche 46-51, gekennzeichnet durch ein Exkavationswerkzeug (246), welches mindestens eine in radialer Richtung einstellbare Schneidkante (254) aufweist.

15 53. Gerät nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, daß die radial verstellbare Schneidkante (254) von einem rinnenförmigen Schneidwerkzeug (250) getragen ist, welches verschwenkbar von einem Werkzeugschaft (2468) getragen ist, dessen Außendurchmesser dem Außendurchmesser  
20 des Sondenabschnittes (42) im wesentlichen entspricht.

54. Gerät nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius des rinnenförmigen Schneidwerkzeuges (250) dem Radius des Werkzeugschaftes (248)  
25 entspricht.

55. Gerät nach Anspruch 53 oder 54, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschaft (248) eine Mehrzahl, vorzugsweise zwei in Umfangsrichtung verteilter angelenkter  
30 Schneidwerkzeuge trägt.

56. Gerät nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidkante von einem ausgeschnittenen Wandabschnitt (260; 296, 298) eines zylindrischen Werkzeugschaftes (248; 292) gebildet ist, der durch Reibschluß  
35

oder durch strukturelle Mittel (260-264) radial nach außen bewegbar ist.

57. Gerät nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet,  
05 daß die radial verstellbaren Schneidkanten auf einem aufblasbaren Tragkörper (268) angeordnet ist, der strömungsmitteldicht vom Ende eines rohrförmigen Werkzeug-schaftes (248) getragen ist.

10 58. Gerät nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß der aufblasbare Tragkörper (268) mit einer eine Mehrzahl von Schneidkanten bildenden Frässhicht (272) umgeben ist, die z.B. durch eine Vielzahl von Hartkorn-partikeln oder Diamantkörnern gebildet ist oder durch ein  
15 Gelege von scharfkantigen Metallspänen oder ein Metall-gitter gebildet ist.

59. Diagnosemedium, insbesondere zur Verwendung in einem Gerät nach einem der Ansprüche 1-33, dadurch gekenn-  
20 zeichnet, daß es eine auf kariöses Gewebe selektiv an-sprechende Markiersubstanz enthält, die im Hinblick auf die gemessene Gewebeeigenschaft ausgewählt ist.

60. Diagnosemedium nach Anspruch 59, dadurch gekennzeich-  
25 net, daß die Markiersubstanz ein Färbemittel wie Fuchsin, eine Röntgenkontrastmittel, ein Radionukleid oder einen Elektrolyten umfaßt.

61. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit  
30 einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Antiseptikum wie Chlorhexidin enthält.

62. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit  
35 einem Gerät nach einem der Ansprüche 33-45, dadurch

gekennzeichnet, daß es ein Ätzmittel wie EDTA oder eine wässrige Phosphorsäurelösung enthält.

63. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit  
05 einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Primer, wie z.B. eine wässrige organische Säurelösung, enthält.

64. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit  
10 einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es eine organische Gewebereste auflösende Substanz, wie z.B. Natriumhypochlorid, enthält.

65. Behandlungsmedium nach Anspruch 64, dadurch gekennzeichnet, daß es die organische Gewebereste auflösende  
15 Substanz in einer Menge von weniger als 6 Gewichtsprozent, vorzugsweise zwischen etwa 1 und etwa 3 Gewichtsprozent enthält.

20 66. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung in einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es eine flüssige härtbare oder eine vorübergehend in flüssigen Zustand bringbare  
vorübergehend in flüssigen Zustand bringbare Substanz  
25 enthält.  
enthält.

67. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung in  
einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch  
30 gekennzeichnet, daß es inerte Partikel aufweist.

68. Behandlungsmedium nach Anspruch 67, dadurch gekennzeichnet, daß die Partikel Glaspartikel, Kalziumphosphatpartikel, Keramikpartikel, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -  
35 Partikel, Hydroxylapatitpartikel, Fluorapatitpartikel,

Kalziumfluoridpartikel, Kunststoffpartikel, Kompositpartikel, Salzpartikel, Carbonatpartikel, Flußspatpartikel usw. oder Mischungen der vorgenannten Partikel umfassen.

05 69. Behandlungsmedium nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Korngröße der Partikel weniger als 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise weniger als 20  $\mu\text{m}$ , nochmals vorzugsweise unter 10  $\mu\text{m}$  bzw. 5  $\mu\text{m}$  und besonders bevorzugt zwischen etwa 0,5 und etwa 2  $\mu\text{m}$  beträgt.

10

70. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es pulpawirksame Komponenten umfaßt.

15

71. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es eine die Remineralisierung unterstützende, insbesondere fluoridabgebende Komponente umfaßt.

20

72. Behandlungsmedium, insbesondere zur Verwendung mit einem Gerät nach einem der Ansprüche 34-45, dadurch gekennzeichnet, daß es mehrere der in den Ansprüchen 59-71 genannten Komponenten umfaßt.

25

73. Diagnose- oder Behandlungsmedium nach einem der Ansprüche 59-72, dadurch gekennzeichnet, daß es in einem verformbaren Behälter (176) enthalten ist, welcher einen Steckverbinderteil (178) mit offenkundiger Versiegelung aufweist.

30

74. Behandlungskörper zur Verwendung in einem Arbeitskanal (32), der mit einem Gerät nach einem der Ansprüche 46-58 erzeugt wurde, dadurch gekennzeichnet,

35

daß ein Behandlungsmedium (239) von einem Grundkörper (234) gehalten ist, dessen Außendurchmesser dem Außendurchmesser des Bohrwerkzeuges (30) entspricht.

05 75. Behandlungskörper nach Anspruch 74, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (234) aus einem porösen Material besteht, vorzugsweise einem Sintermaterial aus Keramik, Kalziumphosphat, Hydroxylapatit, Fluorapatit oder Kunststoff.

10

76. Behandlungskörper nach Anspruch 74 oder 75, dadurch gekennzeichnet, daß das Behandlungsmedium (239) einen mit einem Harzmaterial verbundenen Wirkstoff aufweist, welches Harzmaterial seinerseits vom Grundkörper (234) getragen ist oder in diesen eingeschlossen ist oder den  
15 Grundkörper bildet.

77. Behandlungskörper zur Verwendung in einem Arbeitskanal (32), der mit einem Gerät nach einem der  
20 Ansprüche 46-58 erzeugt wurde, dadurch gekennzeichnet, daß er rohrförmige Gestalt hat, wobei sein Außendurchmesser dem Außendurchmesser des Bohrwerkzeuges (30) entspricht, und an seinem einen Ende einen lösbaren dichten Verschuß (244) aufweist.

25

78. Behandlungskörper nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem fluiddichten Material besteht.

30 79. Behandlungskörper nach Anspruch 77 oder 78, dadurch gekennzeichnet, daß er einen dem Verschuß (242) benachbarten kegelförmigen Kopfabschnitt (242) aufweist.

80. Behandlungskörper nach einem der Ansprüche 74-79,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß er aus einer zur dauer-



haften Eingliederung geeigneten Restaurationsmaterial hergestellt ist, z.B. Kunststoff, Metall, Keramik, einem Verbundwerkstoff, Polymerkeramik, einem Kompositwerkstoff, oder einem Kompomerwerkstoff.

05

81. Gerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidquelle (76; 80) eine Überdruckquelle ist, welche Fluid mit einem Überdruck von 0,1 bis 0,8 bar, bevorzugt 0,1 bis 0,5 bar bereitstellt.

10

82. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 45, gekennzeichnet durch Mittel zum Beaufschlagen des Diagnose- oder Behandlungsmediums mit Schall oder Ultraschall.

15

83. Gerät nach Anspruch 82, gekennzeichnet durch ein mit Schall oder Ultraschall beaufschlagtes Zuführteil (42b) für das Diagnose- oder Behandlungsmedium, welches in einen Arbeitskanal (32) einführbar ist.

20

84. Gerät nach Anspruch 83, dadurch gekennzeichnet, daß das Zuführteil (42b) hohl ist und sein Innenraum mit einer Unterdruckquelle (80) verbindbar ist.

25

85. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 45 oder 81 bis 83, dadurch gekennzeichnet daß das Arbeitsteil (42) ein oszillierendes Bohrwerkzeug (42a) aufweist, welches vorzugsweise durch Ultraschall angetrieben ist.

30

86. Gerät nach Anspruch 83, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (306, 308) zum Umspülen des Bohrwerkzeuges (42b) mit vorzugsweise abrasivem Arbeitsmedium.

35

87. Diagnosemedium nach Anspruch 59 oder 60, dadurch gekennzeichnet, daß es inerte Partikel enthält,

wie sie für ein Behandlungsmedium in einem der Ansprüche 67 bis 69 angegeben sind.

88. Diagnosemedium nach einem der Ansprüche 59, 60  
05 oder 87 oder Behandlungsmedium nach einem der  
Ansprüche 61 bis 73, dadurch gekennzeichnet, daß es  
mindestens ein Viskositäts-Einstellmittel enthält.

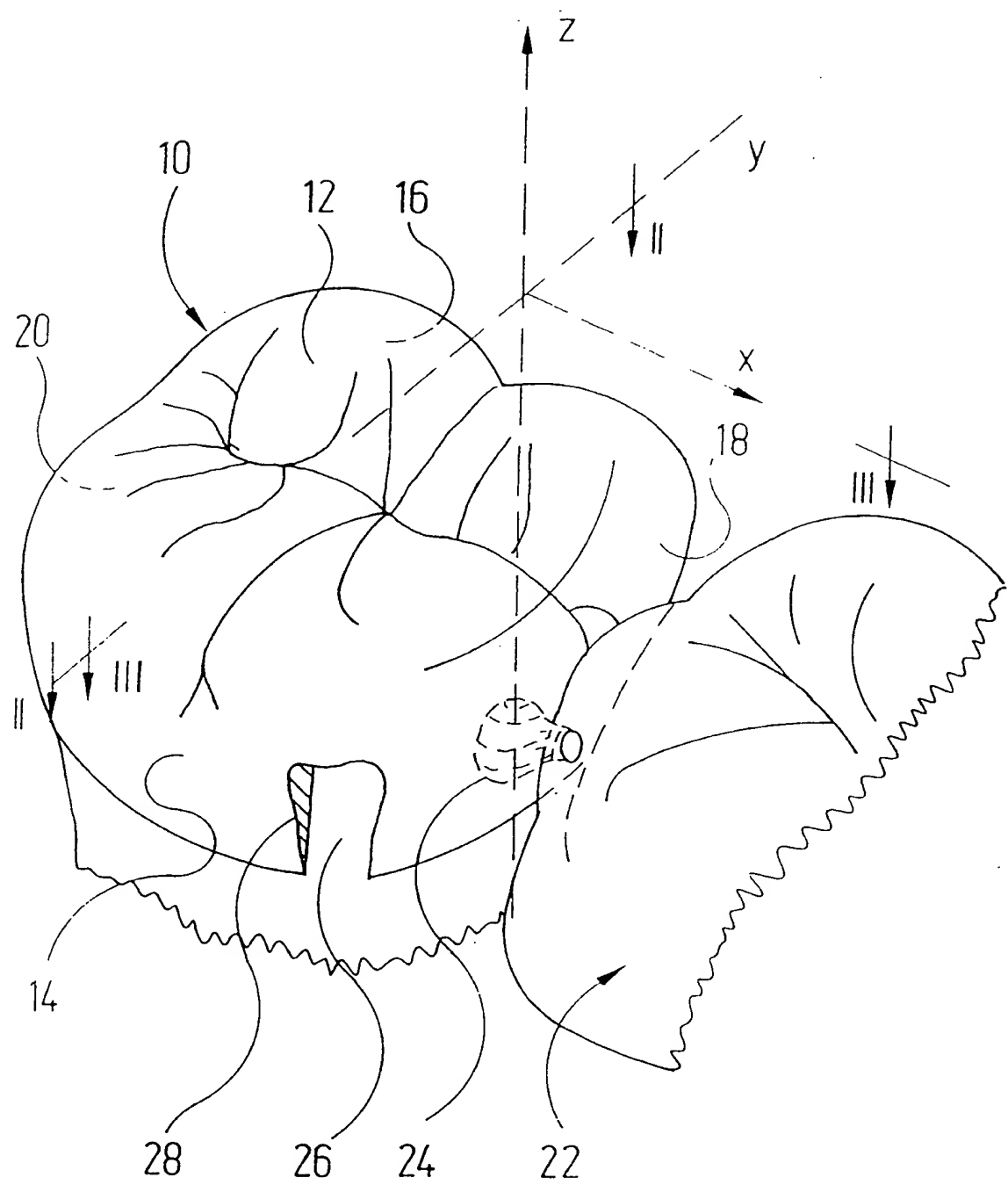
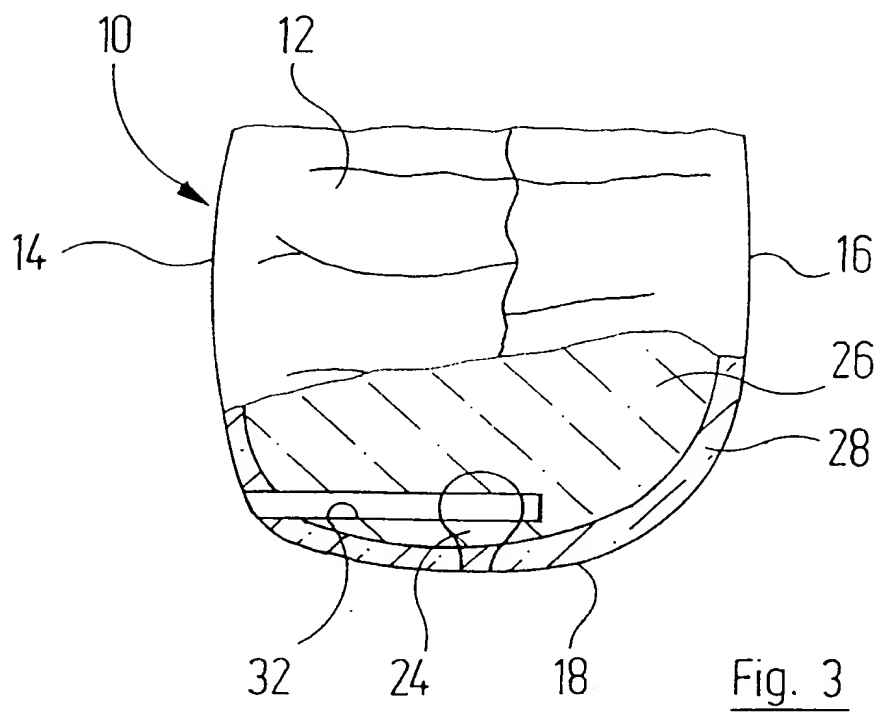
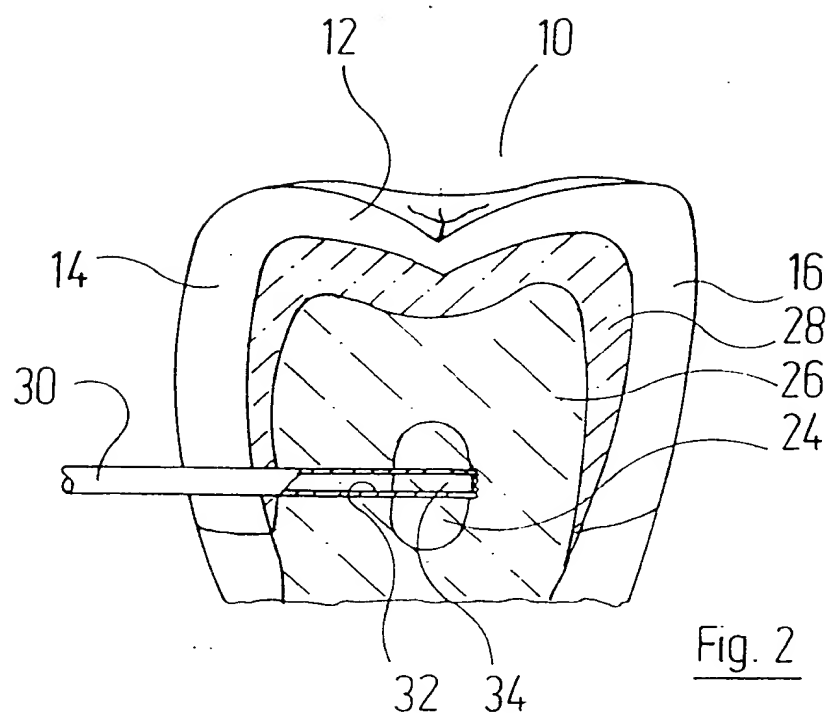


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3/23

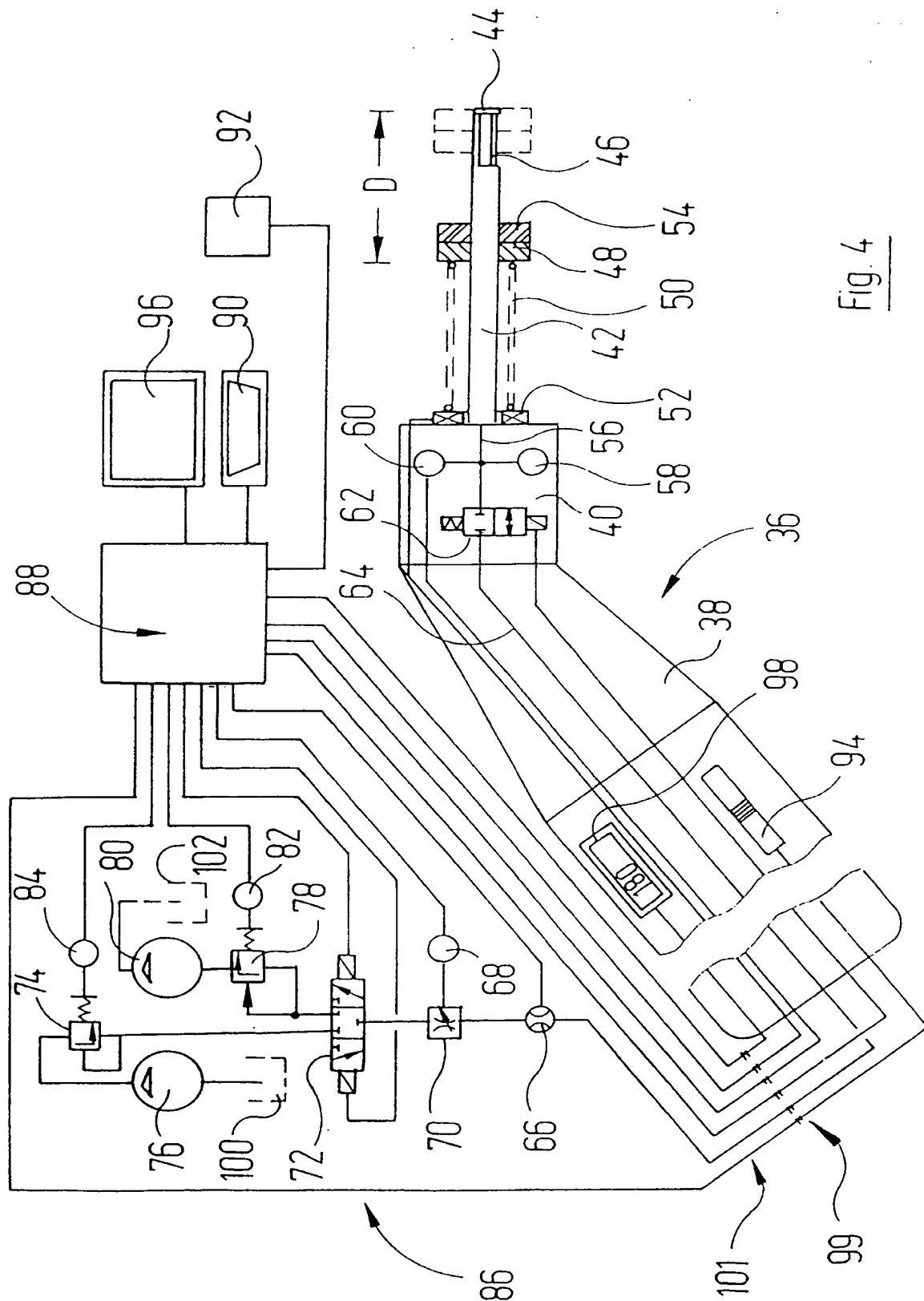


Fig. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



4/23

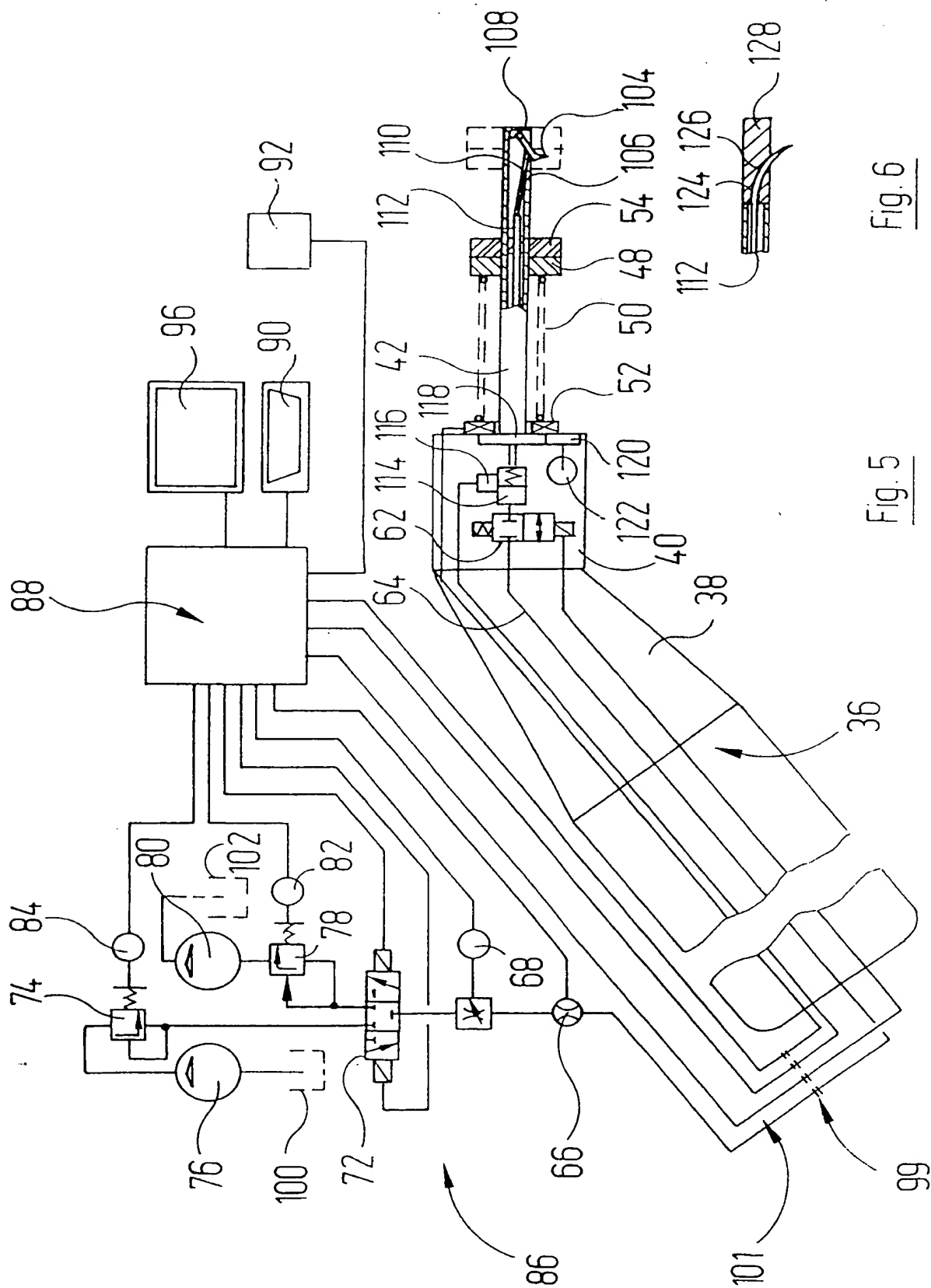


Fig. 5

Fig. 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/23

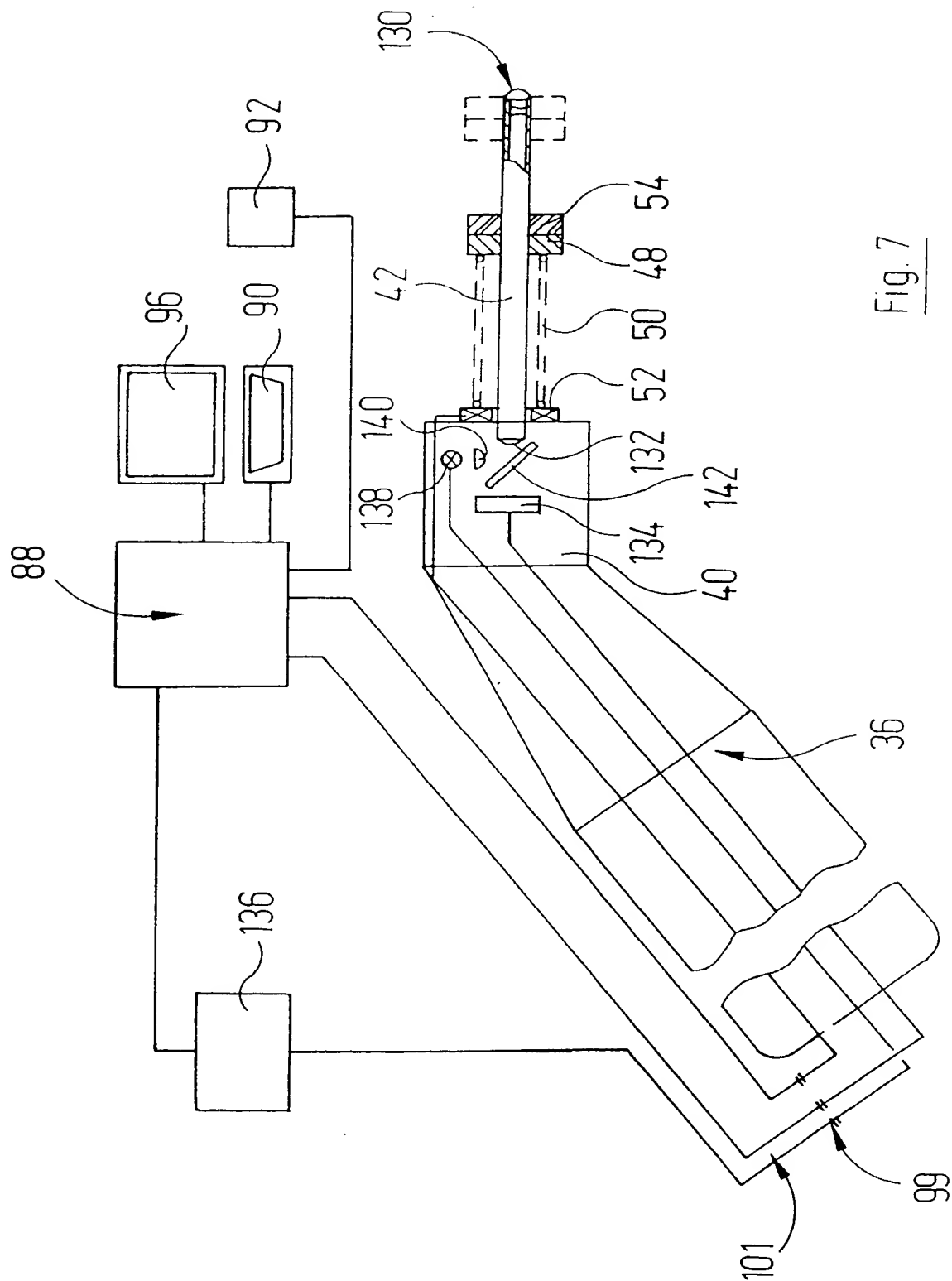


Fig. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6/23

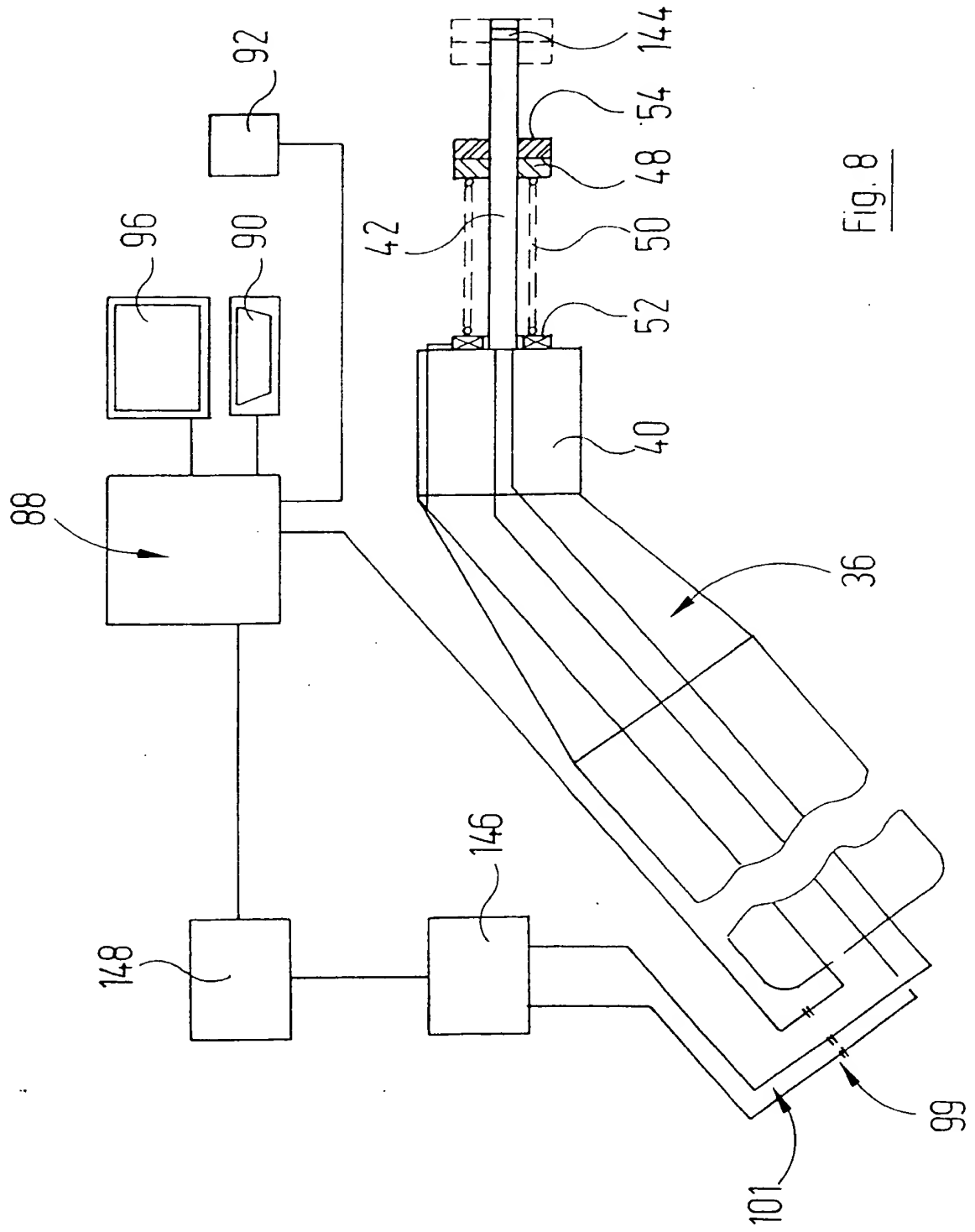


Fig. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7/23

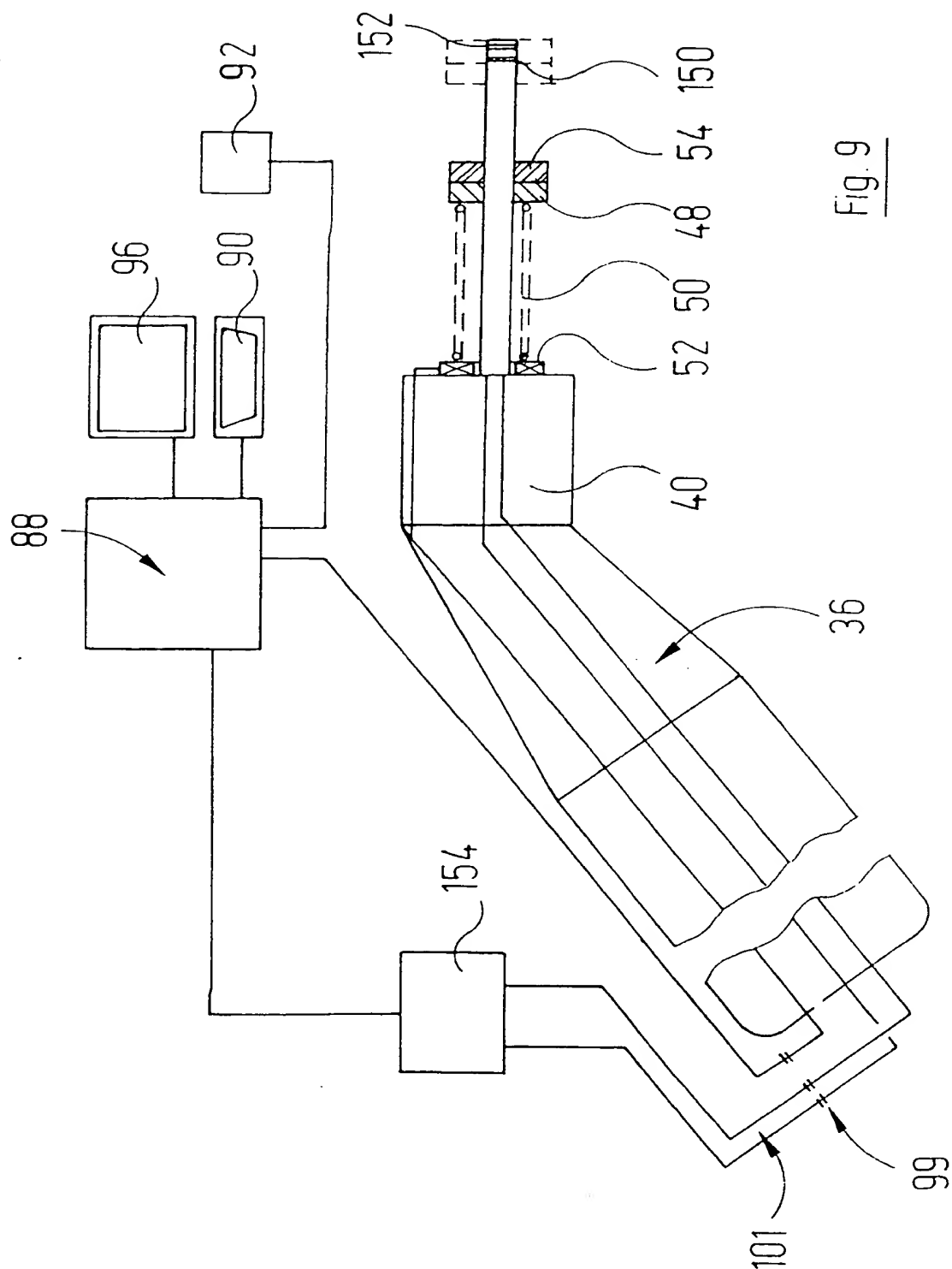


Fig. 9

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



8/23

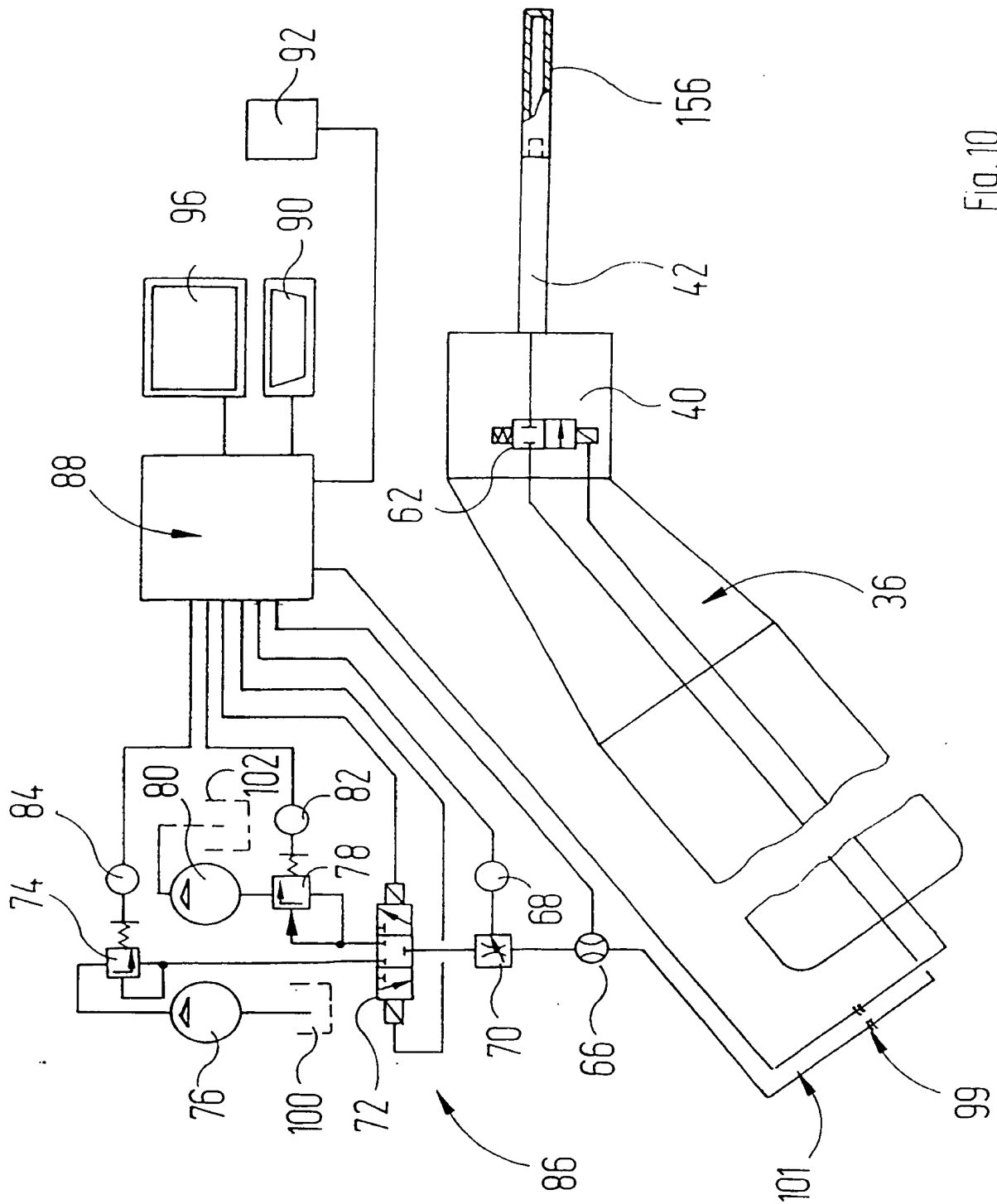


Fig.10

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

9/23

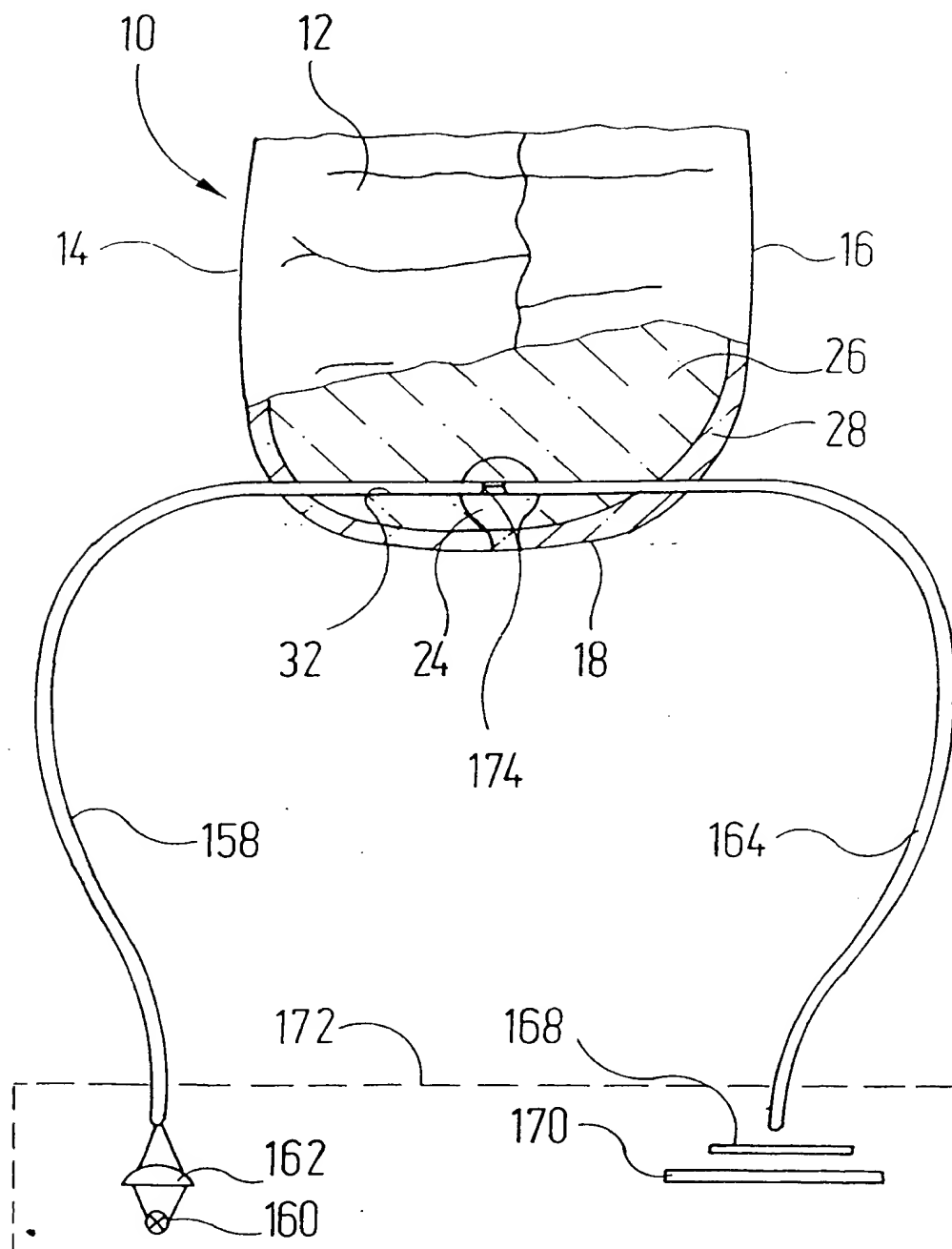


Fig. 11

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

10/23

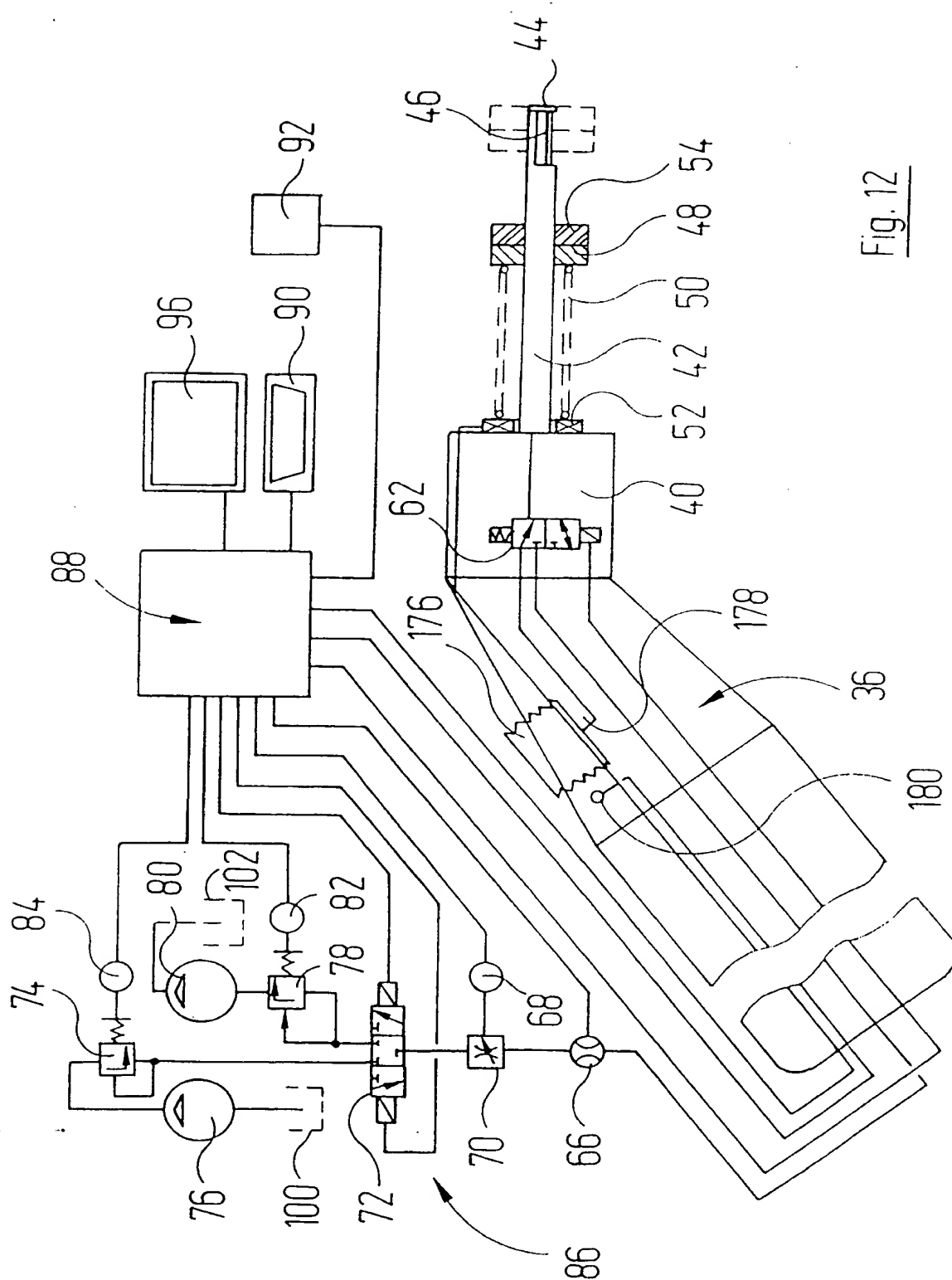


Fig. 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

11/23

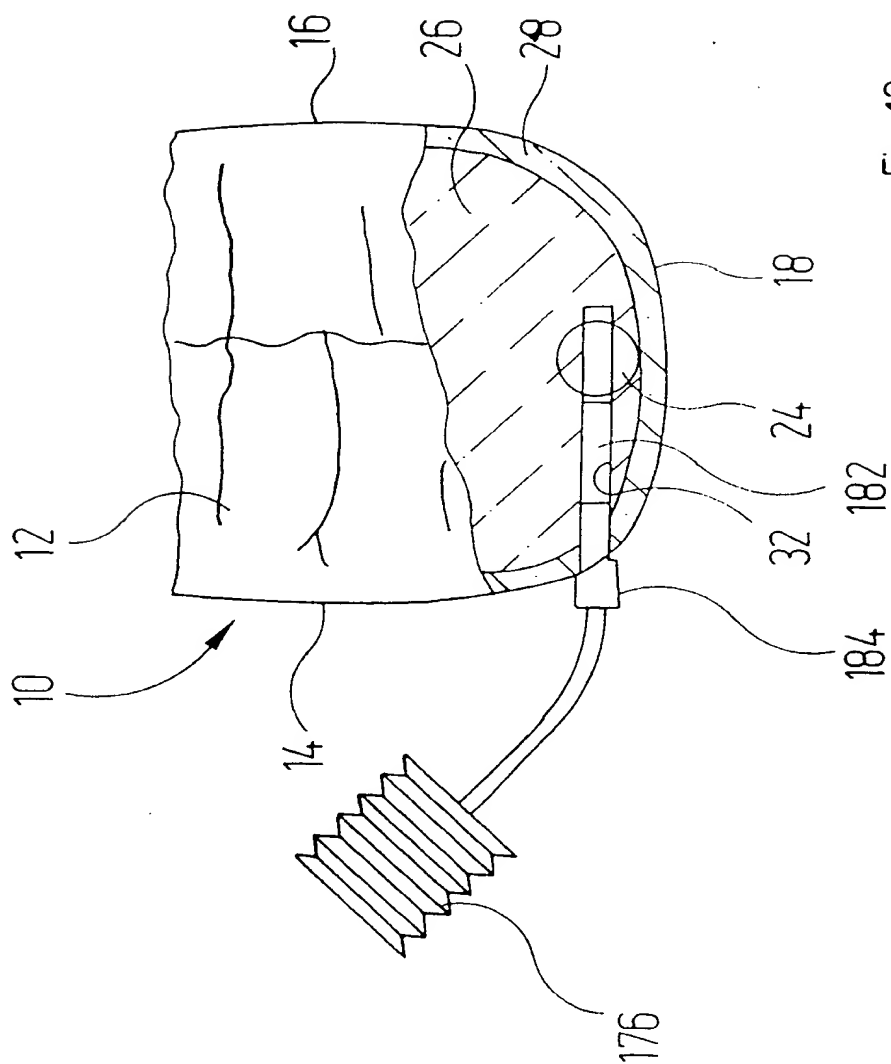


Fig. 13

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



12/23

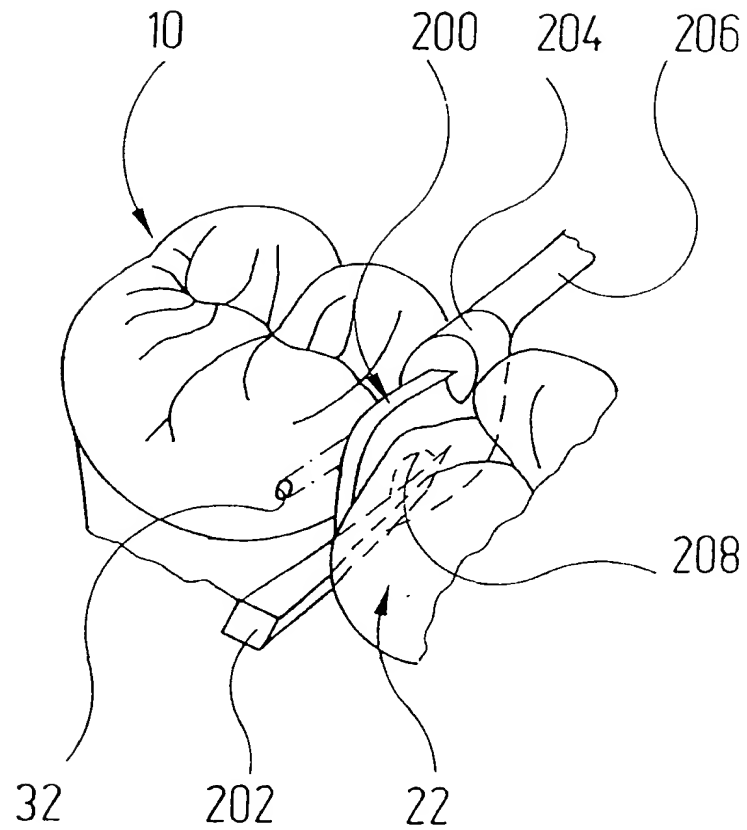


Fig. 14

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

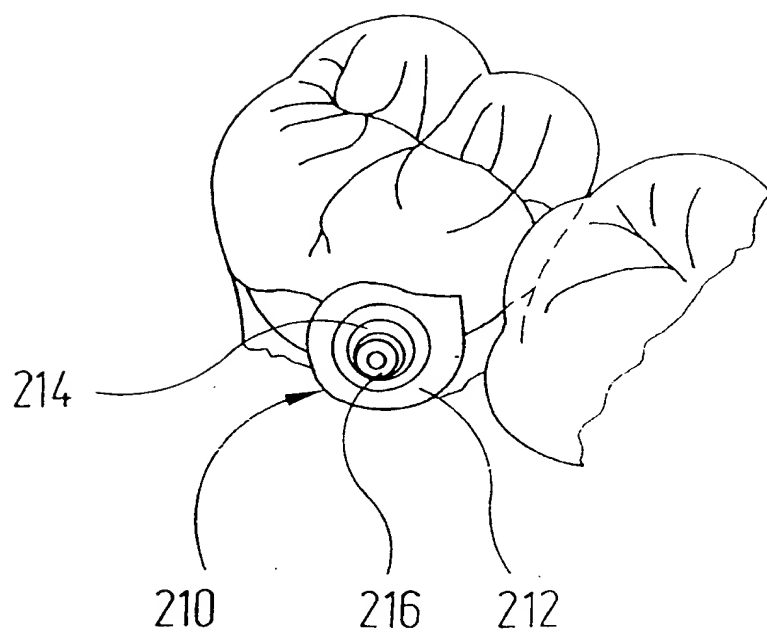
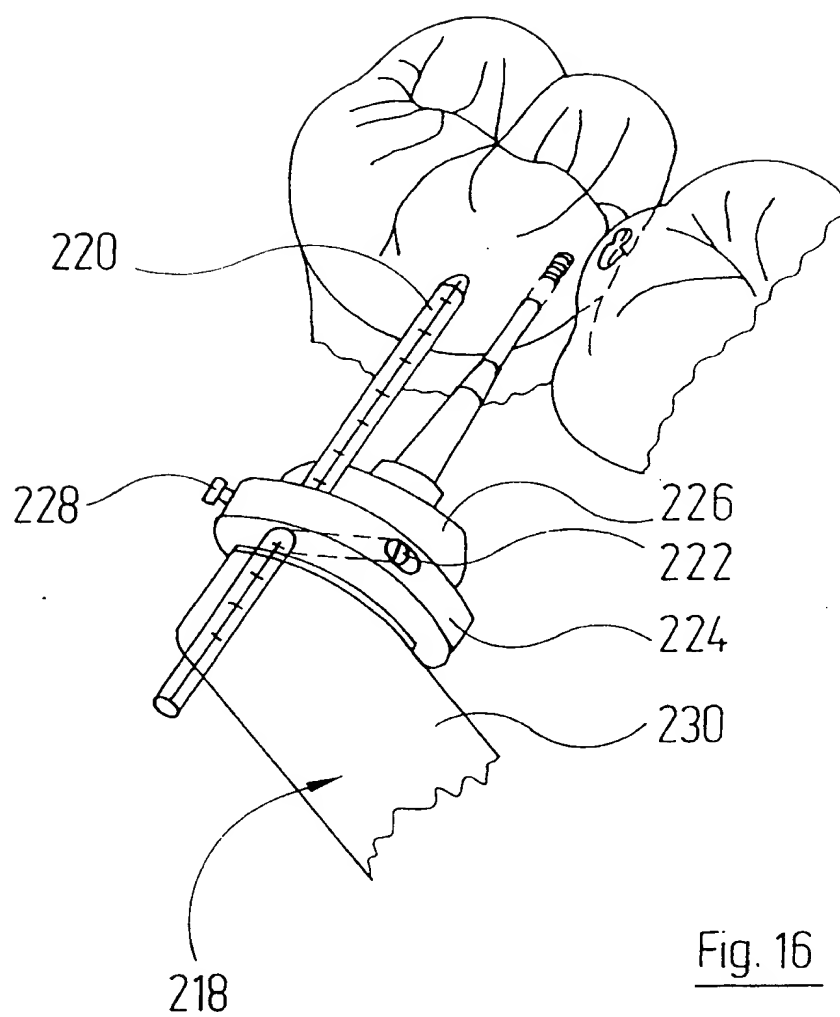


Fig. 15

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

14/23

Fig. 16

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

15/23

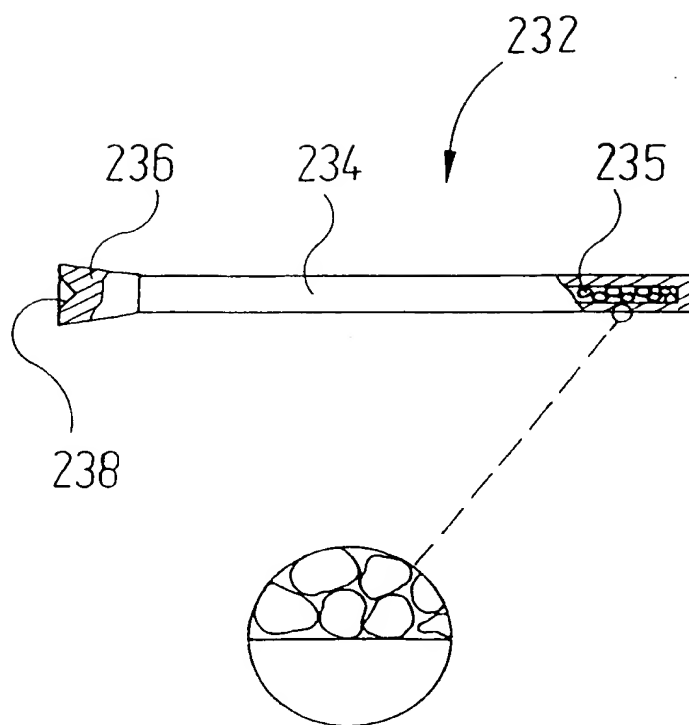


Fig. 17

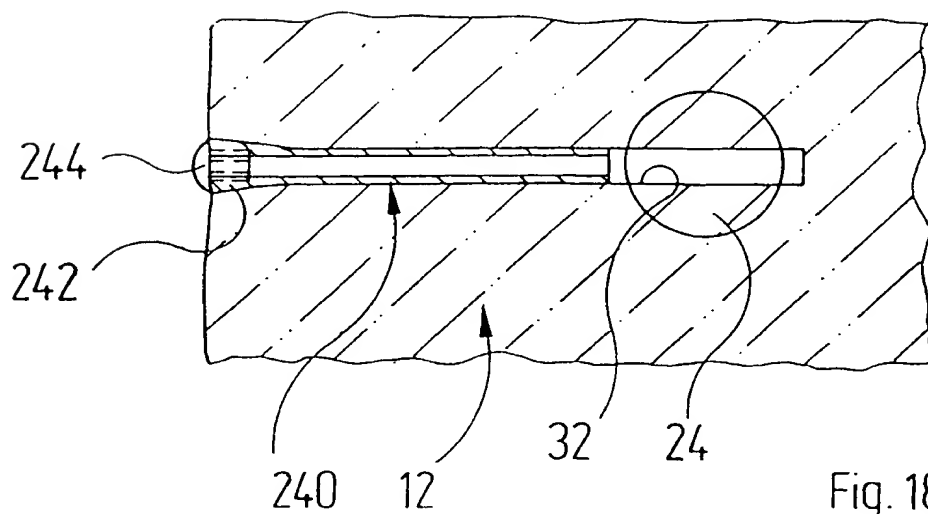


Fig. 18

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



16/23

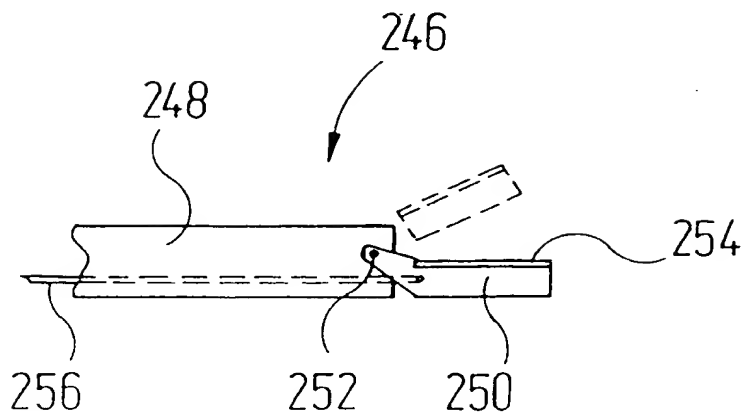


Fig. 19

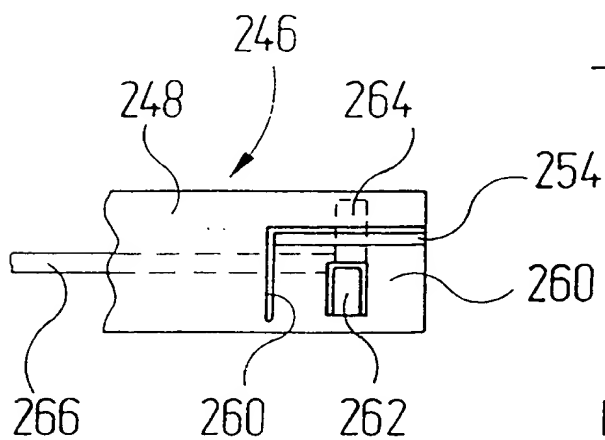


Fig. 20

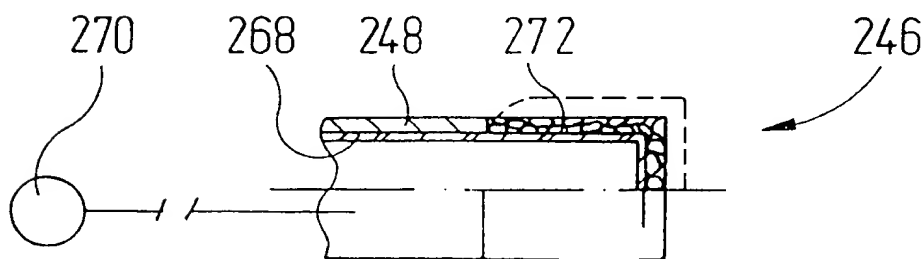


Fig. 21

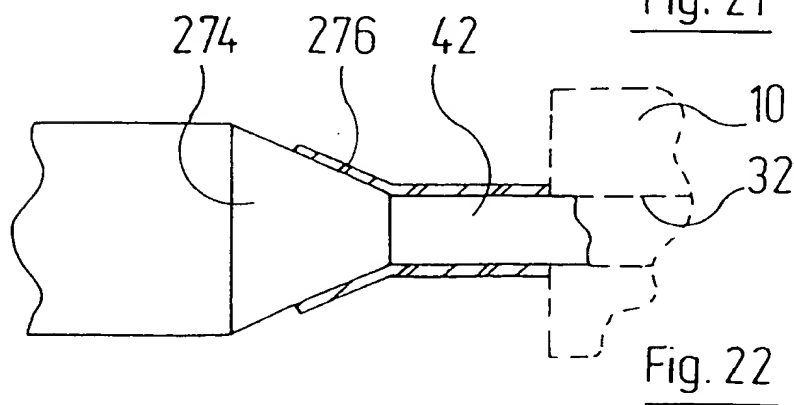
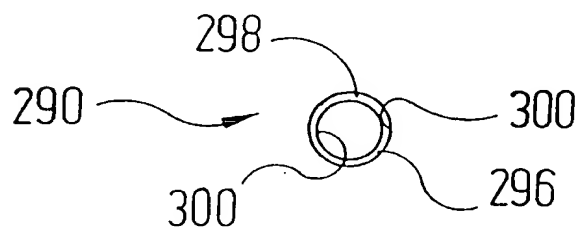
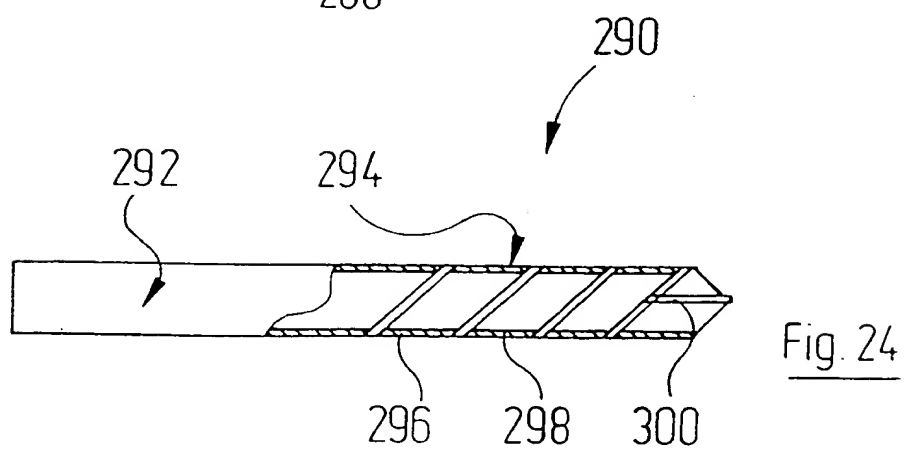
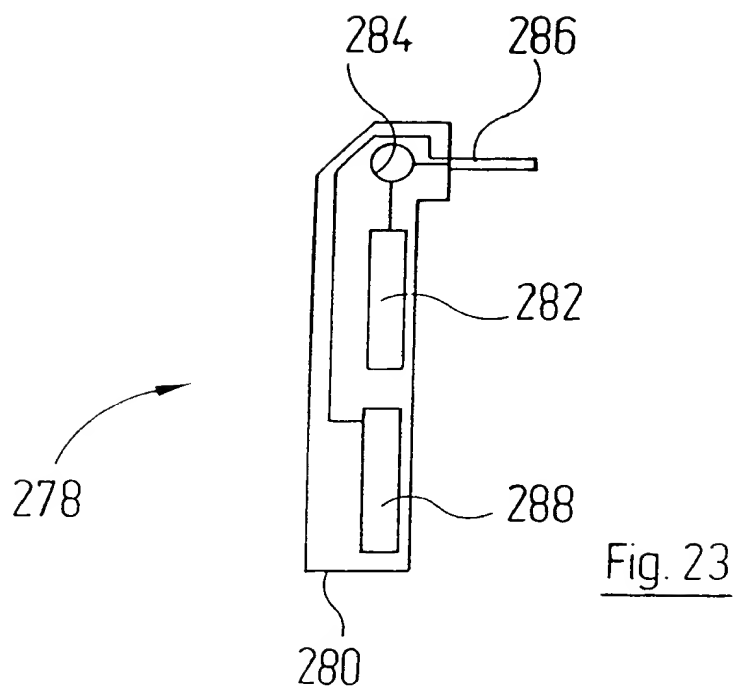


Fig. 22

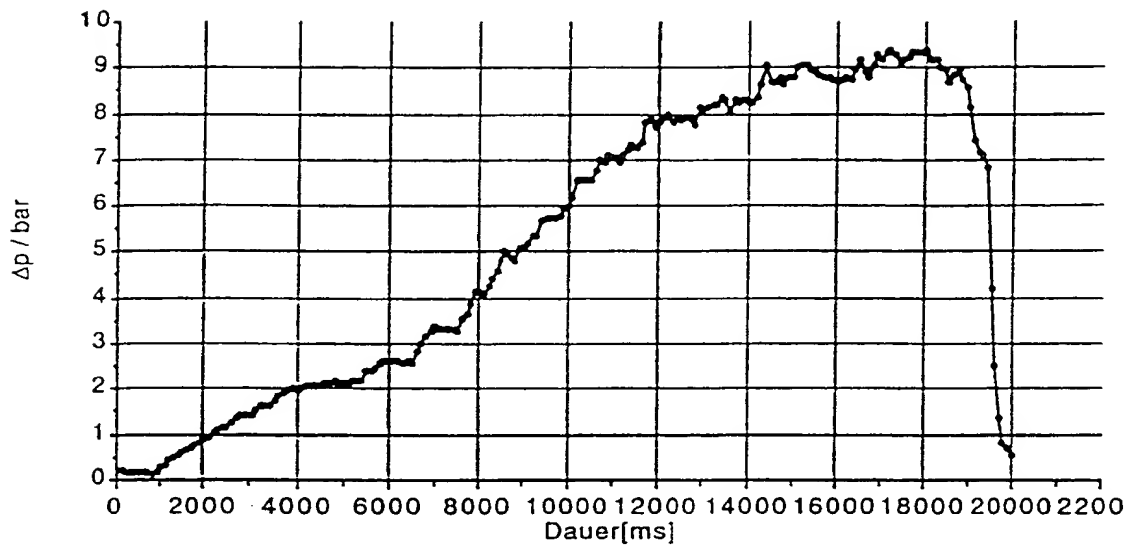
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

17/23



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

18/23



Hydrodynamische Diagnostik einer vermuteten approximalen

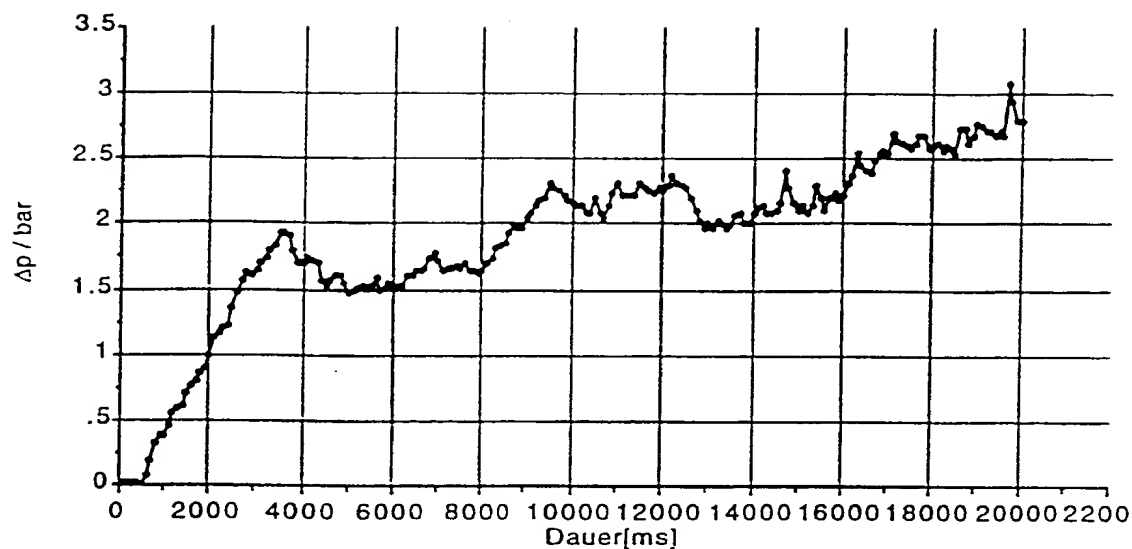
Primärkariesläsion:

Induzierbare hohe Druckdifferenz zwischen Arbeitskanal und vermuteter Approximalkariesläsion als Zeichen geringgradiger struktureller Zerstörung des fraglichen Zahnvolumenbereiches (Ende der Messung nach 18.000 ms).

**Fig. 26**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19/23



Hydrodynamische Diagnostik einer vermuteten approximalen

Primärkariesläsion:

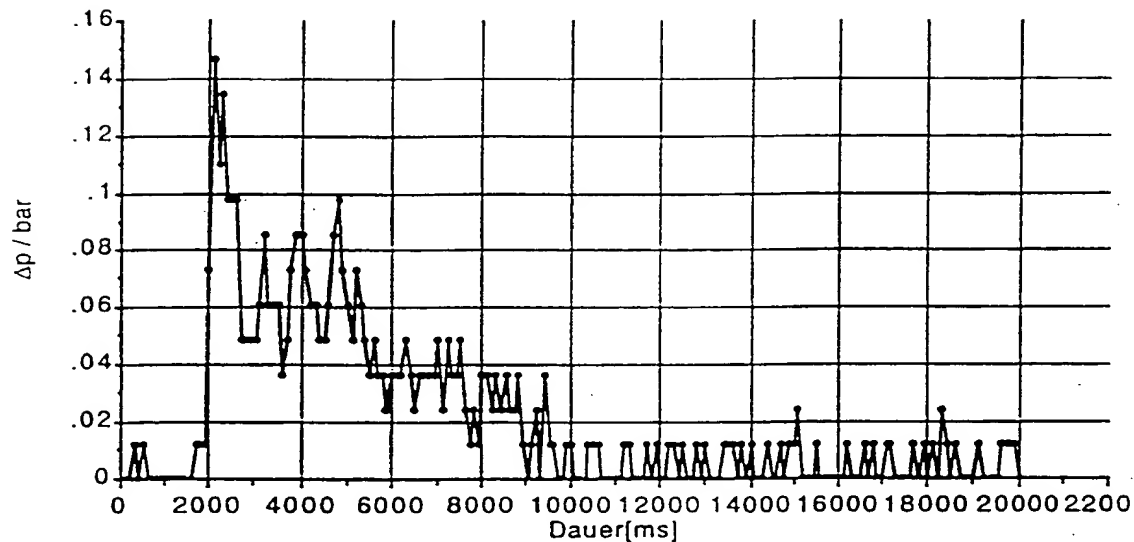
Induzierbare mäßige Druckdifferenz zwischen Arbeitskanal und vermuteter Approximalkariesläsion als Zeichen mäßiger struktureller Zerstörung (Initialkaries) des fraglichen Zahnvolumenbereiches. Durch den Arbeitskanal wird ein geeignetes Behandlungsmedium in die Läsion einperfundiert und vorzugsweise eine Remineralisation zu induzieren versucht. Deren Erfolg kann einige Zeit nach dieser Behandlung in der gleichen Meßanordnung quantitativ kontrolliert werden.

**Fig. 27**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



20/23



Hydrodynamische Diagnostik einer vermuteten approximalen  
Primärkariesläsion:

Trotz hohem Volumenstrom kann keine Druckdifferenz zwischen Arbeitskanal und vermuteter Approximalkariesläsion induziert werden. Der natürliche Karieszugang ist im Sinne einer offenen Kavitation (etablierte Approximalkaries) eingebrochen; das Flüssigkeitsvolumen tritt durch den natürlichen Karieszugang in den Approximalraum aus. Durch den Arbeitskanal wird die Kariesläsion hydrodynamisch aufbereitet, die Grenzflächen chemisch konditioniert sowie das Defektvolumen und der Arbeitskanal mit einem geeigneten Füllmaterial definitiv verschlossen (reinfiltrierte).

**Fig. 28**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

21/23



Hydrodynamische Diagnostik einer vermuteten Sekundärkariesläsion unter einer bestehenden Krone:

Trotz hohem Volumenstrom kann keine Druckdifferenz zwischen Arbeitskanal, Krone und vermuteter Sekundärkariesläsion induziert werden (Ende der messung nach 14000ms). Der Randbereich der Krone ist im Sinne eine kariösen Kavitation eingebrochen. Durch den Arbeitskanal können die Kariesläsion hydrodynamisch aufbereitet, die Grenzflächen chemisch konditioniert sowie das Defektvolumen und der Arbeitskanal mit einem geeigneten Füllmaterial definitiv verschlossen (reinfiltriert) werden.

**Fig. 29**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

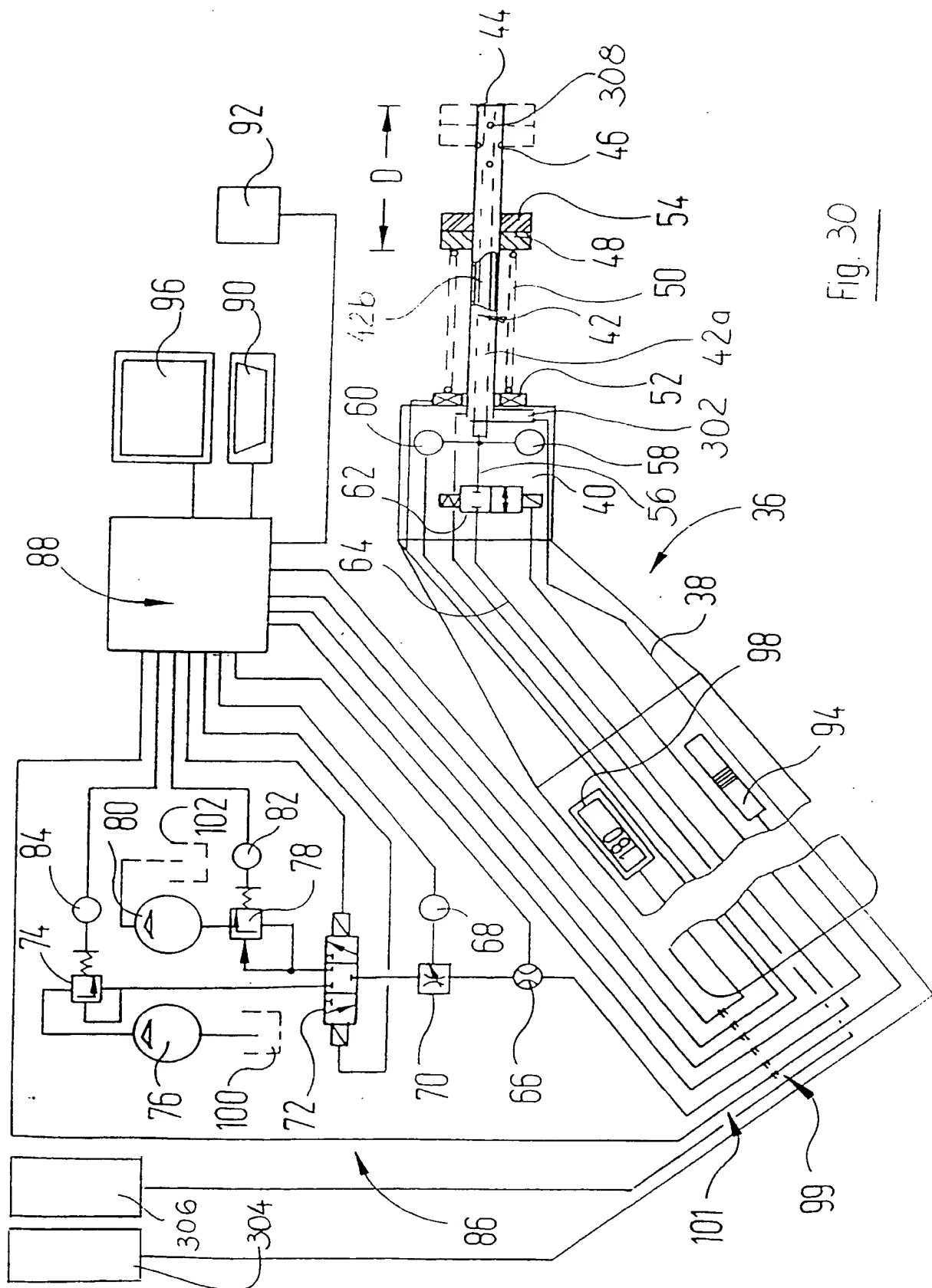
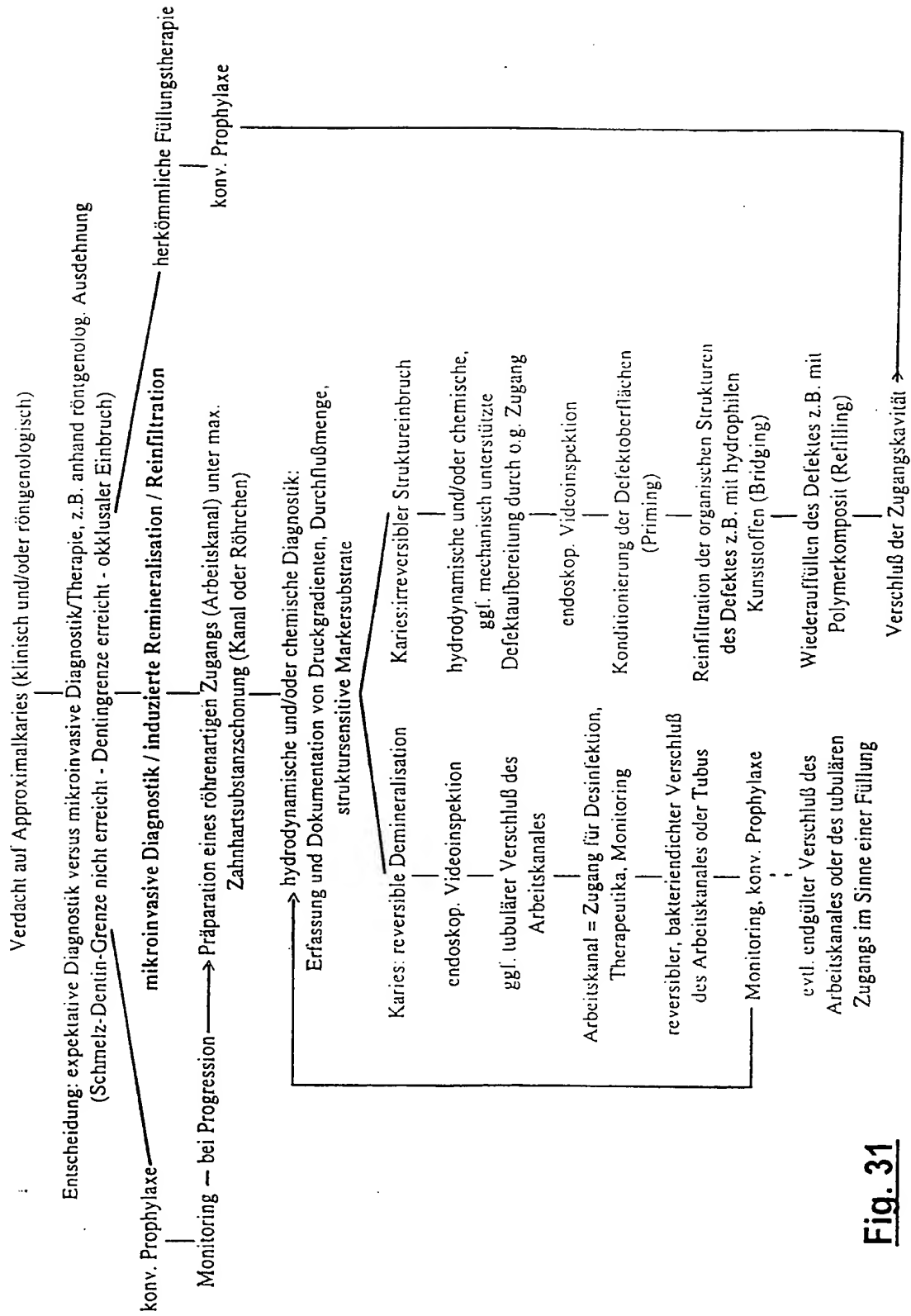


Fig. 30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

23/23

# Verfahrensablauf zur erfindungsgemäßen Behandlung von Approximalkaries



**Fig. 31**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/02017

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 A61C19/04 A61C3/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61C A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 215 698 A (NUWAYSER ELIE S) 5 August 1980  see column 1, line 47-58 see column 4, line 7-25 see column 4, line 49-56 see column 6, line 7-11 see column 6, line 53-64 see figures	1, 2, 24, 32, 34, 36, 37, 44, 61-72
A	---	14-23
X	WO 95 04506 A (PATEL BIPIN CHANDRA MULJIBHAI) 16 February 1995 see page 3, line 10-23 see page 4, line 9-22 see figure 2	1, 10, 30, 31, 82, 83
A	---	4, 5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 1998

Date of mailing of the international search report

21/09/1998

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chabus, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/02017

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 9204  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class B04, AN 92-031985  XP002076594  &amp; SU 1 649 429 A (ODESS MEDICAL INST) , 15  May 1991  see abstract</p>	<p>1, 28, 29,  59, 60,  73, 87, 88</p>
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 8936  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class D21, AN 89-261605  XP002076595  &amp; SU 1 439 507 A (OMSK MED INST) , 23  November 1988  see abstract</p>	<p>1, 32</p>
X	<p>WO 95 22938 A (HAHN RAINER) 31 August 1995</p> <p>see page 12, line 33 - page 13, line 2  see figures 1-3, 12, 16  see page 14, line 14-32  see page 16, line 12 - page 17, line 17  see page 18, line 22-33</p>	<p>46-51,  61-77, 80</p>
A		<p>52-58,  78, 79, 85</p>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 98/02017

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/02017

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4215698	A	05-08-1980	NONE		
<hr/>					
WO 9504506	A	16-02-1995	EP	0713375 A	29-05-1996
			JP	9503932 T	22-04-1997
<hr/>					
WO 9522938	A	31-08-1995	DE	4406323 A	07-09-1995
			AU	684341 B	11-12-1997
			AU	1812195 A	11-09-1995
			CA	2184289 A	31-08-1995
			EP	0746262 A	11-12-1996
			FI	963315 A	24-10-1996
			JP	9509344 T	22-09-1997
<hr/>					

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61C19/04 A61C3/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 A61C A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 215 698 A (NUWAYSER ELIE S) 5. August 1980  siehe Spalte 1, Zeile 47-58 siehe Spalte 4, Zeile 7-25 siehe Spalte 4, Zeile 49-56 siehe Spalte 6, Zeile 7-11 siehe Spalte 6, Zeile 53-64 siehe Abbildungen	1, 2, 24, 32, 34, 36, 37, 44, 61-72
A	---	14-23
X	WO 95 04506 A (PATEL BIPIN CHANDRA MULJIBHAI) 16. Februar 1995 siehe Seite 3, Zeile 10-23 siehe Seite 4, Zeile 9-22 siehe Abbildung 2	1, 10, 30, 31, 82, 83
A	---	4, 5
	--- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie "ausgeführt")

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. September 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chabus, H

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 9204  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class B04, AN 92-031985  XP002076594  &amp; SU 1 649 429 A (ODESS MEDICAL INST) ,  15. Mai 1991  siehe Zusammenfassung  -----</p>	<p>1,28,29,  59,60,  73,87,88</p>
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 8936  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class D21, AN 89-261605  XP002076595  &amp; SU 1 439 507 A (OMSK MED INST) , 23.  November 1988  siehe Zusammenfassung  -----</p>	<p>1,32</p>
X	<p>WO 95 22938 A (HAHN RAINER) 31. August  1995  siehe Seite 12, Zeile 33 - Seite 13, Zeile  2  siehe Abbildungen 1-3,12,16  siehe Seite 14, Zeile 14-32  siehe Seite 16, Zeile 12 - Seite 17, Zeile  17  siehe Seite 18, Zeile 22-33  -----</p>	<p>46-51,  61-77,80</p>
A		<p>52-58,  78,79,85</p>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02017

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 1 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil Sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung.
  
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Internationale Recherchenbehörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefodert.
  
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.

# INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4215698	A	05-08-1980	KEINE		
WO 9504506	A	16-02-1995	EP	0713375 A	29-05-1996
			JP	9503932 T	22-04-1997
WO 9522938	A	31-08-1995	DE	4406323 A	07-09-1995
			AU	684341 B	11-12-1997
			AU	1812195 A	11-09-1995
			CA	2184289 A	31-08-1995
			EP	0746262 A	11-12-1996
			FI	963315 A	24-10-1996
			JP	9509344 T	22-09-1997



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESENS

09/402731

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

PCT

An:

OSTERTAG, Reinhard  
OSTERTAG, Reinhard  
OSTERTAG, Ulrich  
Eibenweg 10  
D-70597 Stuttgart  
ALLEMAGNE

PAe Drs. Ostertag  
Eingegangen am

14. JULI 1999

Frist

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

13. 07. 99

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
5787.4

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP98/02017

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
07/04/1998

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
07/04/1997

Anmelder  
HAHN, Rainer

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung  
beauftragten Behörde

Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. (49 89) 2299-0 Telex 522666

Bevollmächtigter Bediensteter

Terzic, K



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS



## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 5787.4	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 07/04/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 07/04/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK A61C19/04		
Anmelder HAHN, Rainer		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  <input type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.
3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:  I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts II <input type="checkbox"/> Priorität III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit IV <input checked="" type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen VII <input checked="" type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung VIII <input checked="" type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  17/10/1998	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 13. 07. 99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel (+49-89) 2399-0 Tx 523656 eomu d	Bevollmächtigter Bediensteter  Hedels, B  

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017

## I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

### Beschreibung, Seiten:

1-100                      ursprüngliche Fassung

### Patentansprüche, Nr.:

1-88                      ursprüngliche Fassung

### Zeichnungen, Blätter:

1/23-23/23              ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,          Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☒ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017

2. ☐ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.
3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3
- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:  
**siehe Beiblatt**
4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:
- ☐ alle Teile.
- ☒ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. 34-45 beziehen.

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	34
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	36-45
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	34-45
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen

**siehe Beiblatt**

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1. Die Anmeldung erfüllt nicht das Erfordernis der Einheitlichkeit (Regel 13.1), da sie 23 Erfindungen enthält, die nicht durch gemeinsame "besondere technische Merkmale" im Sinne von Regel 13.2 miteinander verbunden sind.

- Anspruch 1 enthält bereits 9 nicht durch gemeinsame Merkmale miteinander verbundene Erfindungen, da in Anspruch 1 mindestens 9 Geräte beansprucht sind, die die Porosität oder die Härte, oder die Lichtabsorption.... oder den Befall von Bakterien, d.h. völlig unterschiedliche Gewebeeigenschaften messen können, und daher auch völlig unterschiedlich ausgebildet sind.

- Anspruch 34 betrifft ein Gerät zur Unterstützung der Remineralisierung von Hartgewebe.

- In Anspruch 46 ist ein Gerät zur Erzeugung eines Arbeitskanales in Hartgewebe definiert.

- In den Ansprüchen 59, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 71 und 72 sind völlig unterschiedliche Diagnose- bzw. Behandlungsmedien definiert.

- Die Ansprüche 74 und 77 sind schließlich auf unterschiedliche Behandlungskörper gerichtet, die mit den vorhergehenden unabhängigen Ansprüchen keine gemeinsamen besonderen technischen Merkmale aufweisen.

Die Anmeldung wurde weder beschränkt noch wurden zusätzliche Prüfungsgebühren bezahlt. Die Internationale Vorläufige Prüfung wird daher nur für den Gegenstand der Ansprüche 34-45 durchgeführt.

2. Aus der US-A-4 215 698 (D1) ist ein Gerät bekannt, welches sämtliche strukturellen Merkmale von Anspruch 34 aufweist, nämlich einen Arbeitskopf, welcher Dichtmittel aufweist und mit einer Mediumquelle verbunden ist (siehe Fig. 4 mit zugehöriger Beschreibung).

Der einzige Unterschied zwischen dem Gerät nach Anspruch 34 und dem aus D1 bekannten Gerät besteht in der Art der Verwendung. Während das Gerät nach Anspruch 34 zur Behandlung der Remineralisierung von Hartgewebe verwendet wird,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

ist in D1 lediglich die Verwendung des Geräts für die Diagnose offenbart.

Allein die unterschiedliche Art der Verwendung einer an sich bekannten Vorrichtung bildet jedoch keinen strukturellen Unterschied und bleibt bei der Beurteilung der Neuheit der Vorrichtung außer Betracht (siehe die PCT - Prüfungsrichtlinien, C-IV, 7.6).

Der Gegenstand von Anspruch 1 erfüllt daher nicht das Erfordernis der Neuheit von Art. 33(2) PCT.

3. Anspruch 35 steht im Widerspruch zu Anspruch 34. Gemäß Anspruch 34 steht der Arbeitskopf mit der Mediumquelle in Verbindung, d.h., die Mediumquelle ist Teil der beanspruchten Vorrichtung. Gemäß Anspruch 35 soll der Arbeitskopf .... mit der Quelle (76) lediglich verbindbar sein, d.h. die Mediumquelle ist nicht notwendiger Bestandteil der beanspruchten Vorrichtung.

Anspruch 35 erfüllt daher nicht das Erfordernis der Klarheit (Art. 6 PCT).

4. Die abhängigen Ansprüche 36-45 betreffen eine Vielzahl von völlig unterschiedlichen Ausführungsformen, so daß nicht abzusehen ist, welche dieser Merkmale in Kombination mit dem unabhängigen Anspruch 34 einen Gegenstand bilden, der alle Erfordernisse des PCT erfüllt.

5. In der Beschreibung wurde D1 nicht angegeben (Regel 5.1 a) ii)).

6. Infolge des Fristablaufs zur Erstellung des Internationalen Vorläufigen Prüfungsberichtes war eine weitere Diskussion der Ansprüche nicht möglich.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Re: General Authorization to Charge Fees

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

In accordance with Rule 1.136(a)(3), please charge all required fees which come due with respect to this application, including extension fees, to Deposit Account 11-0665.

Also, please provide extensions of time as required for timely receipt of concurrent or future correspondence and other documents submitted in this application and charge the appropriate extension fees to Deposit Account 11-0665.

Respectfully Submitted,



M. Robert Kestenbaum  
Registration No. 20,430  
11011 Bermuda Dunes NE  
Albuquerque, New Mexico 87111  
505-323-0771  
Fax: 505-323-0865

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## PATENT COOPERATION TREATY 09/402731

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF  
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

T :

OSTERTAG, Ulrich  
Eibenweg 10  
D-70597 Stuttgart  
ALLEMAGNEPAe Drs. Ostertag  
Eingegangen am

02. JULI 1998

Frist

Date of mailing (day/month/year) 18 June 1998 (18.06.98)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 5787.4	International application No. PCT/EP98/02017

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

HAHN, Rainer (all designated States)

International filing date : 07 April 1998 (07.04.98)  
 Priority date(s) claimed : 07 April 1997 (07.04.97)  
 Date of receipt of the record copy  
 by the International Bureau : 15 June 1998 (15.06.98)  
 List of designated Offices :

AP : GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW  
 EA : AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM  
 EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE  
 OA : BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG  
 National : AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM,  
 GW, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL,  
 PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW

## ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase;  
☐ confirmation of precautionary designations;  
☐ requirements regarding priority documents.

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO  
 34, chemin des Colombettes  
 1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer:

S. Bahariou

Telephone No. (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/02017

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 A61C19/04 A61C3/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61C A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 215 698 A (NUWAYSER ELIE S) 5 August 1980  see column 1, line 47-58 see column 4, line 7-25 see column 4, line 49-56 see column 6, line 7-11 see column 6, line 53-64 see figures	1, 2, 24, 32, 34, 36, 37, 44, 61-72
A	---	14-23
X	WO 95 04506 A (PATEL BIPIN CHANDRA MULJIBHAI) 16 February 1995 see page 3, line 10-23 see page 4, line 9-22 see figure 2	1, 10, 30, 31, 82, 83
A	---	4, 5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 1998

Date of mailing of the international search report

21/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chabus, H

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No

PCT/EP 98/02017

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 9204  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class B04, AN 92-031985  XP002076594  &amp; SU 1 649 429 A (ODESS MEDICAL INST) , 15  May 1991  see abstract</p> <p>---</p>	<p>1,28,29,  59,60,  73,87,88</p>
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 8936  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class D21, AN 89-261605  XP002076595  &amp; SU 1 439 507 A (OMSK MED INST) , 23  November 1988  see abstract</p> <p>---</p>	<p>1,32</p>
X	<p>WO 95 22938 A (HAHN RAINER) 31 August 1995</p> <p>see page 12, line 33 - page 13, line 2  see figures 1-3,12,16  see page 14, line 14-32  see page 16, line 12 - page 17, line 17  see page 18, line 22-33</p> <p>-----</p>	<p>46-51,  61-77,80</p>
A		<p>52-58,  78,79,85</p>

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 98/02017

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐

No protest accompanied the payment of additional search fees.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/02017

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4215698	A	05-08-1980	NONE	
WO 9504506	A	16-02-1995	EP 0713375 A JP 9503932 T	29-05-1996 22-04-1997
WO 9522938	A	31-08-1995	DE 4406323 A AU 684341 B AU 1812195 A CA 2184289 A EP 0746262 A FI 963315 A JP 9509344 T	07-09-1995 11-12-1997 11-09-1995 31-08-1995 11-12-1996 24-10-1996 22-09-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

09/402731

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 16 JUL 1999

WIPO PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 5787.4	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 07/04/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 07/04/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK A61C19/04		
Anmelder HAHN, Rainer		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.


2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  17/10/1998	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  13. 07. 99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. (+49-89) 2399-0 Tx: 523656 epmu d Fax: (+49-89) 2399-4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Hedels, B  Tel. Nr. (+49-89) 2399 2329



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017

## I. Grundlag des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

### Beschreibung, Seiten:

1-100                      ursprüngliche Fassung

### Patentansprüche, Nr.:

1-88                      ursprüngliche Fassung

### Zeichnungen, Blätter:

1/23-23/23              ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,          Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## IV. Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung

1. Auf die Aufforderung zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren hat der Anmelder:

- ☐ die Ansprüche eingeschränkt.
- ☐ zusätzliche Gebühren entrichtet.
- ☐ zusätzliche Gebühren unter Widerspruch entrichtet.
- ☒ weder die Ansprüche eingeschränkt noch zusätzliche Gebühren entrichtet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP98/02017

2. ☐ Die Behörde hat festgestellt, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nicht erfüllt ist, und hat gemäß Regel 68.1 beschlossen, den Anmelder nicht zur Einschränkung der Ansprüche oder zur Zahlung zusätzlicher Gebühren aufzufordern.
3. Die Behörde ist der Auffassung, daß das Erfordernis der Einheitlichkeit der Erfindung nach den Regeln 13.1, 13.2 und 13.3
- ☐ erfüllt ist
- ☒ aus folgenden Gründen nicht erfüllt ist:  
**siehe Beiblatt**
4. Daher wurde zur Erstellung dieses Berichts eine internationale vorläufige Prüfung für folgende Teile der internationalen Anmeldung durchgeführt:
- ☐ alle Teile.
- ☒ die Teile, die sich auf die Ansprüche Nr. 34-45 beziehen.

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	34
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	36-45
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	34-45
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen

**siehe Beiblatt**

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1. Die Anmeldung erfüllt nicht das Erfordernis der Einheitlichkeit (Regel 13.1), da sie 23 Erfindungen enthält, die nicht durch gemeinsame "besondere technische Merkmale" im Sinne von Regel 13.2 miteinander verbunden sind.

- Anspruch 1 enthält bereits 9 nicht durch gemeinsame Merkmale miteinander verbundene Erfindungen, da in Anspruch 1 mindestens 9 Geräte beansprucht sind, die die Porosität oder die Härte, oder die Lichtabsorption.... oder den Befall von Bakterien, d.h. völlig unterschiedliche Gewebeeigenschaften messen können, und daher auch völlig unterschiedlich ausgebildet sind.

- Anspruch 34 betrifft ein Gerät zur Unterstützung der Remineralisierung von Hartgewebe.

- In Anspruch 46 ist ein Gerät zur Erzeugung eines Arbeitskanales in Hartgewebe definiert.

- In den Ansprüchen 59, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 70, 71 und 72 sind völlig unterschiedliche Diagnose- bzw. Behandlungsmedien definiert.

- Die Ansprüche 74 und 77 sind schließlich auf unterschiedliche Behandlungskörper gerichtet, die mit den vorhergehenden unabhängigen Ansprüchen keine gemeinsamen besonderen technischen Merkmale aufweisen.

Die Anmeldung wurde weder beschränkt noch wurden zusätzliche Prüfungsgebühren bezahlt. Die Internationale Vorläufige Prüfung wird daher nur für den Gegenstand der Ansprüche 34-45 durchgeführt.

2. Aus der US-A-4 215 698 (D1) ist ein Gerät bekannt, welches sämtliche strukturellen Merkmale von Anspruch 34 aufweist, nämlich einen Arbeitskopf, welcher Dichtmittel aufweist und mit einer Mediumquelle verbunden ist (siehe Fig. 4 mit zugehöriger Beschreibung).

Der einzige Unterschied zwischen dem Gerät nach Anspruch 34 und dem aus D1 bekannten Gerät besteht in der Art der Verwendung. Während das Gerät nach Anspruch 34 zur Behandlung der Remineralisierung von Hartgewebe verwendet wird,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

ist in D1 lediglich die Verwendung des Geräts für die Diagnose offenbart.

Allein die unterschiedliche Art der Verwendung einer an sich bekannten Vorrichtung bildet jedoch keinen strukturellen Unterschied und bleibt bei der Beurteilung der Neuheit der Vorrichtung außer Betracht (siehe die PCT - Prüfungsrichtlinien, C-IV, 7.6).

Der Gegenstand von Anspruch 1 erfüllt daher nicht das Erfordernis der Neuheit von Art. 33(2) PCT.

3. Anspruch 35 steht im Widerspruch zu Anspruch 34. Gemäß Anspruch 34 steht der Arbeitskopf mit der Mediumquelle in Verbindung, d.h., die Mediumquelle ist Teil der beanspruchten Vorrichtung. Gemäß Anspruch 35 soll der Arbeitskopf .... mit der Quelle (76) lediglich verbindbar sein, d.h. die Mediumquelle ist nicht notwendiger Bestandteil der beanspruchten Vorrichtung.

Anspruch 35 erfüllt daher nicht das Erfordernis der Klarheit (Art. 6 PCT).

4. Die abhängigen Ansprüche 36-45 betreffen eine Vielzahl von völlig unterschiedlichen Ausführungsformen, so daß nicht abzusehen ist, welche dieser Merkmale in Kombination mit dem unabhängigen Anspruch 34 einen Gegenstand bilden, der alle Erfordernisse des PCT erfüllt.

5. In der Beschreibung wurde D1 nicht angegeben (Regel 5.1 a) ii)).

6. Infolge des Fristablaufs zur Erstellung des Internationalen Vorläufigen Prüfungsberichtes war eine weitere Diskussion der Ansprüche nicht möglich.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

09/402731

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 5787.4	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP98/02017	International filing date (day/month/year) 07 April 1998 (07.04.1998)	Priority date (day/month/year) 07 April 1997 (07.04.1997)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC A61C 19/04		
Applicant HAHN, Rainer		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.  <input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  These annexes consist of a total of _____ sheets.
3. This report contains indications relating to the following items:  I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input checked="" type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 17 October 1998 (17.10.1998)	Date of completion of this report 13 July 1999 (13.07.1999)
Name and mailing address of the IPEA/EP European Patent Office D-80298 Munich, Germany Facsimile No. 49-89-2399-4465	Authorized officer  Telephone No. 49-89-2399-0

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP98/02017

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-100, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. 1-88, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/23-23/23, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP98/02017

## IV. Lack of unity of invention

1. In response to the invitation to restrict or pay additional fees the applicant has:

- ☐ restricted the claims.
- ☐ paid additional fees.
- ☐ paid additional fees under protest.
- ☒ neither restricted nor paid additional fees.

2. ☐ This Authority found that the requirement of unity of invention is not complied with and chose, according to Rule 68.1, not to invite the applicant to restrict or pay additional fees.

3. This Authority considers that the requirement of unity of invention in accordance with Rules 13.1, 13.2 and 13.3 is

- ☐ complied with.
- ☒ not complied with for the following reasons:

See supplemental sheet

4. Consequently, the following parts of the international application were the subject of international preliminary examination in establishing this report:

- ☐ all parts.
- ☒ the parts relating to claims Nos. 34-45

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Supplemental Box**

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: IV

1. The application does not meet the requirement for unity of invention (PCT Rule 13.1), since it contains 23 inventions that are not linked by common "special technical features" within the meaning of PCT Rule 13.2.

- Claim 1 contains nine inventions that are not linked by common features. At least nine devices are described in Claim 1 that can measure porosity or hardness or light absorption ... or bacterial infection, that is, completely different tissue properties. These devices are therefore of completely different designs.
- Claim 34 pertains to a device for supporting the remineralization of hard tissue.
- Claim 46 defines a device for producing a working channel in hard tissue.
- In Claims 59, 61-64, 66, 67 and 70-72 completely different diagnostic or therapeutic media are defined.
- Finally, Claims 74 and 77 are directed at differing treatment substances that do not share any common special technical features with the preceding independent claims.

The application has not been limited and supplementary examination fees have not been paid. The international preliminary examination will therefore be restricted to the subject matter of Claims 34-45.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims		YES
	Claims	34	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	36-45	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	34-45	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. US-A-4 215 698 (D1) discloses a device having all the structural features of Claim 34, that is, a working head for sealant connected to a source of medium (see Figure 4 and the associated description).

The sole difference between the device as per Claim 34 and that disclosed by D1 consists in their application.

Whereas the device as per Claim 34 is used for remineralization treatment in hard tissue, D1 discloses only a diagnostic application.

However, difference in application alone in a known device does not constitute a structural difference and is not a factor in evaluating the novelty of the device (see PCT Guidelines, Chapter IV, 7.6).

The subject matter of Claim 34 therefore fails to meet the requirement for novelty (PCT Article 33(2)).

2. Claim 35 is inconsistent with Claim 34. According to Claim 34, the working head is connected with the source of medium, that is, the source of medium is part of the claimed device. According to Claim 35, the working head should merely be connectable to the source (76), that is,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



the source of medium is not a necessary component of the claimed device.

Claim 35 therefore fails to meet the requirement for clarity (PCT Article 6).

3. Dependent Claims 36-45 pertain to large number of completely different embodiments and it is therefore not possible to discern which of these technical features in combination with independent Claim 34 form a subject matter that meets all the requirements of the PCT.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.  
PCT/EP 98/02017

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Pursuant to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description should cite the document D1.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 98/02017

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. Since the time limit for establishing the international preliminary examination report has expired, further discussion of the claims was not possible.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

XP-002076594

1/1 - (C) WPI / DERWENT  
AN - 92-031985 ç25!  
AP - SU87 305418 870706  
PR - SU87 305418 870706  
TI - Determining degree of demineralisation of dental enamel  
- involves colouring enamel with methylene blue and  
measuring relative reflection of coloured and  
non-coloured surface  
IW - DETERMINE DEGREE DEMINERALISE DENTAL ENAMEL COLOUR  
ENAMEL METHYLENE BLUE MEASURE RELATIVE REFLECT COLOUR  
NON COLOUR SURFACE  
IN - PUTINTSEV N I; SINITSYN R G; ZHALOBA A N  
PA - (ODME-R) ODESS MEDICAL INST  
PN - SU1649429 A 910515 DW9204 000pp  
ORD - 1991-05-15  
IC - G01N33/48  
FS - CPI;EPI  
DC - B04 D21 S03  
AB - SU1649429 The method comprises staining of teeth enamel  
with methylene-type colouring agent and measuring  
relative integral reflection of coloured and  
non-coloured enamel. The result between 1-30% indicates  
light degree of demineralisation, 31-60% indicates  
average degree of demineralisation, while the result  
61% and higher is a sign of high degree of  
demineralisation.  
- A 2% methylene blue soln. is used and the excess of  
colour reagent is removed after 2 min. Intensity of  
sorption of colour reagent is determined using  
instrument comprising light guide and miliampero-meter.  
- Tests show that the proposed method increases accuracy  
of determining of degree of demineralisation by 2-3  
times compared to that obtd. using the known method.  
- USE/ADVANTAGE - In medicine, esp. stomatology, as the  
method of determining of early stages of dental caries.  
Increased accuracy is obtd. Bul.18/15.5.91  
- (Dwg.0/0)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## XP-002076595

1/1 - (C) WPI / DERWENT  
AN - 89-261605 ç25!  
AP - SU86 165132 861222  
PR - SU86 165132 861222  
TI - Stomatology tooth enamel mineralisation determn. - by  
prescribed current acting on tooth hard tissue and  
mineralisation determn. at specified current level  
IW - STOMATOLOGICAL TOOTH ENAMEL MINERALISE DETERMINE  
PRESCRIBED CURRENT ACT TOOTH HARD TISSUE MINERALISE  
DETERMINE SPECIFIED CURRENT LEVEL  
IN - IVANOVA G G; LEONTEV V K; ZHOROVA T N  
PA - (OMME ) OMSK MED INST  
PN - SU1439507 A 881123 DW8936 002pp  
ORD - 1988-11-23  
IC - G01N33/53  
FS - CPI;EPI  
DC - D21 J04 S03 S05  
AB - SU1439507 Tooth enamel mineralisation determn. involves  
lowering an active electrode into a droplet of  
electrolyte (e.g. physiological soln.) on an intact  
tooth of the patient. The process is performed by a 100  
mu.A current at 3V acting upon the hard tissues of the  
tooth. The mineralisation process is determined when  
the current through the hard tissues is 20 microamps or  
less.  
- The right conclusion has been drawn in all 18 cases  
under consideration. On for example a five year old  
child the current at first was 20 microns through the  
hard tissues of freshly formed medial swellings of  
upper right 6 tooth. In one month this parameter became  
10 microns at one point and 8 microns at another point.  
After two months the corresp. figures were 4.0 and 6.0  
microns. The parameter was 0 at both points after 5  
months. The enamel probed at these points was then  
dense, smooth and lustrous.  
- USE/ADVANTAGE - In medical stomatology for determn. of  
me mineralisation of tooth tissues. Accuracy is  
increased to 100%. Onset of maturity is determined for  
effective caries prophylaxis and optimisation of its  
timing. Bul.43/23.11.88  
- (Dwg.0/0)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark  
Office  
(Box PCT)  
Crystal Plaza 2  
Washington, DC 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 10 November 1998 (10.11.98)	
<b>International application No.</b> PCT/EP98/02017	<b>Applicant's or agent's file reference</b> 5787.4
<b>International filing date (day/month/year)</b> 07 April 1998 (07.04.98)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 07 April 1997 (07.04.97)
<b>Applicant</b> HAHN, Rainer	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

17 October 1998 (17.10.98)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b> Lazar Joseph Panakal Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>5787.4</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 98/02017</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>07/04/1998</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>07/04/1997</b>
Anmelder  <b>HAHN, Rainer</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nichtrecherchierbar erwiesen (siehe Feld I).
2. ☒ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).
3. ☐ In der internationalen Anmeldung ist ein Protokoll einer Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz offenbart; die internationale Recherche wurde auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt,
  - ☐ das zusammen mit der internationalen Anmeldung eingereicht wurde.
  - ☐ das vom Anmelder getrennt von der internationalen Anmeldung vorgelegt wurde,
    - ☐ dem jedoch keine Erklärung beigefügt war, daß der Inhalt des Protokolls nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der eingereichten Fassung hinausgeht.
  - ☐ das von der Internationalen Recherchenbehörde in die ordnungsgemäße Form übertragen wurde.
4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung
  - ☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
  - ☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt.

**DIAGNOSEGERÄT ZUR BESTIMMUNG DER REMINERALISIERBARKEIT VON HARTGEWEBE**

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung
  - ☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
  - ☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der Feld III angegebenen Fassung von dieser Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Internationalen Recherchenbehörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.
6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen:
 

Abb. Nr. 4 ☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen ☐ keine der Abb.

  - ☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.
  - ☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 1 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil Sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

## Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche der internationalen Anmeldung.
2. ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Internationale Recherchenbehörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche der internationalen Anmeldung, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Gebühren erfolgte ohne Widerspruch.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61C19/04 A61C3/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 A61C A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 215 698 A (NUWAYSER ELIE S) 5. August 1980  siehe Spalte 1, Zeile 47-58 siehe Spalte 4, Zeile 7-25 siehe Spalte 4, Zeile 49-56 siehe Spalte 6, Zeile 7-11 siehe Spalte 6, Zeile 53-64 siehe Abbildungen	1, 2, 24, 32, 34, 36, 37, 44, 61-72
A		14-23
X	WO 95 04506 A (PATEL BIPIN CHANDRA MULJIBHAI) 16. Februar 1995 siehe Seite 3, Zeile 10-23 siehe Seite 4, Zeile 9-22 siehe Abbildung 2	1, 10, 30, 31, 82, 83
A		4, 5

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie -ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. September 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chabus, H

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 9204  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class B04, AN 92-031985  XP002076594  &amp; SU 1 649 429 A (ODESS MEDICAL INST) ,  15. Mai 1991  siehe Zusammenfassung  ---</p>	<p>1,28,29,  59,60,  73,87,88</p>
X	<p>DATABASE WPI  Section Ch, Week 8936  Derwent Publications Ltd., London, GB;  Class D21, AN 89-261605  XP002076595  &amp; SU 1 439 507 A (OMSK MED INST) , 23.  November 1988  siehe Zusammenfassung  ---</p>	<p>1,32</p>
X	<p>WO 95 22938 A (HAHN RAINER) 31. August  1995  siehe Seite 12, Zeile 33 - Seite 13, Zeile  2  siehe Abbildungen 1-3,12,16  siehe Seite 14, Zeile 14-32  siehe Seite 16, Zeile 12 - Seite 17, Zeile  17  siehe Seite 18, Zeile 22-33  -----</p>	<p>46-51,  61-77,80</p>
A		<p>52-58,  78,79,85</p>

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/02017

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4215698	A	05-08-1980	NONE		
<hr/>					
WO 9504506	A	16-02-1995	EP	0713375 A	29-05-1996
			JP	9503932 T	22-04-1997
<hr/>					
WO 9522938	A	31-08-1995	DE	4406323 A	07-09-1995
			AU	684341 B	11-12-1997
			AU	1812195 A	11-09-1995
			CA	2184289 A	31-08-1995
			EP	0746262 A	11-12-1996
			FI	963315 A	24-10-1996
			JP	9509344 T	22-09-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**